

3•2014

РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

С праздником

8 Марта!

Радиоприёмник "Пион-DSP"



- Генератор «нарисованного» сигнала
 - Экспериментируем с Ni-Mh аккумуляторами
 - Автоматический инкубатор
 - Управляем шаговым электродвигателем
- ...и ещё 16 конструкций



3
2014

GEEK PICNIC 2014: WINTER EDITION в Москве

Европейский фестиваль современных технологий, науки и искусства стартовал в 2011 г. и все три раза проходил летом в Санкт-Петербурге, на острове Новая Голландия (2011, 2012 гг.) и на Елагином острове (2013 г.).

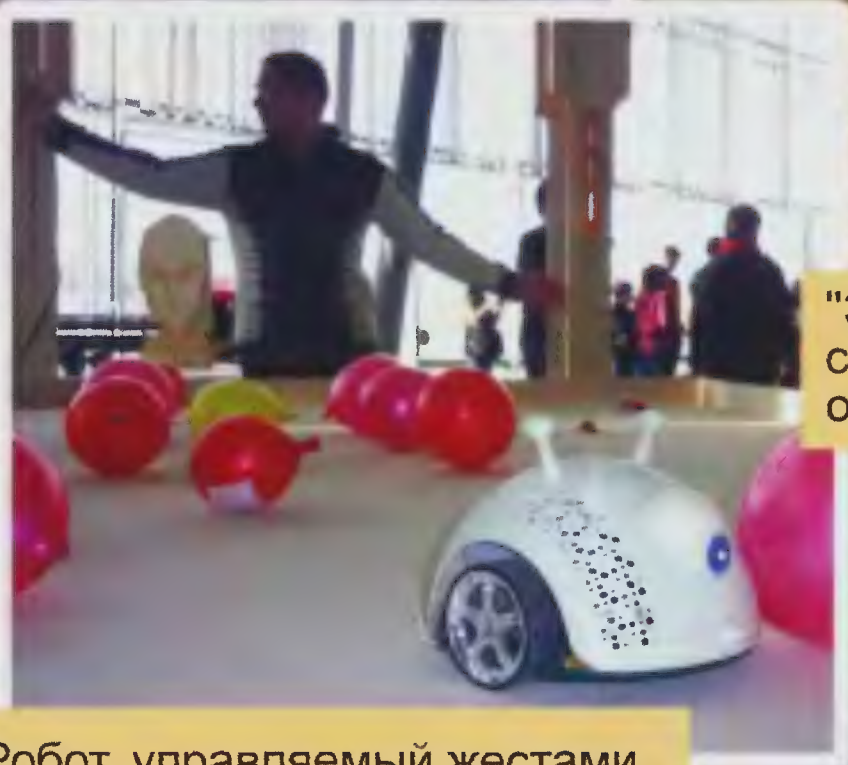
Зимнее продолжение фестиваля состоялось в Москве 25 и 26 января 2014 г. Два этажа 57-го павильона ВВЦ были условно поделены на шесть зон: "Лекторий", "Технология", "Наука", "Искусство", "Шоу", "Пикник", где стояли гигантские роботы-трансформеры, проводились увлекательные лекции от ведущих специалистов IT-компаний и мастер-классы для взрослых и детей, соревнования по робототехнике, огромный станок вырезал из фанеры детали, из которых собирали любопытные конструкции, над головами активно летали беспилотники (квадрокоптеры), работали ярмарка научных развлечений "Экспериментариум" и выставка современного дизайна, интерактивный музей-лаборатория катушек Тесла представил электрическое шоу.



Робот-трансформер.



"Эйфелева башня" и станок, на котором она изготовлена.



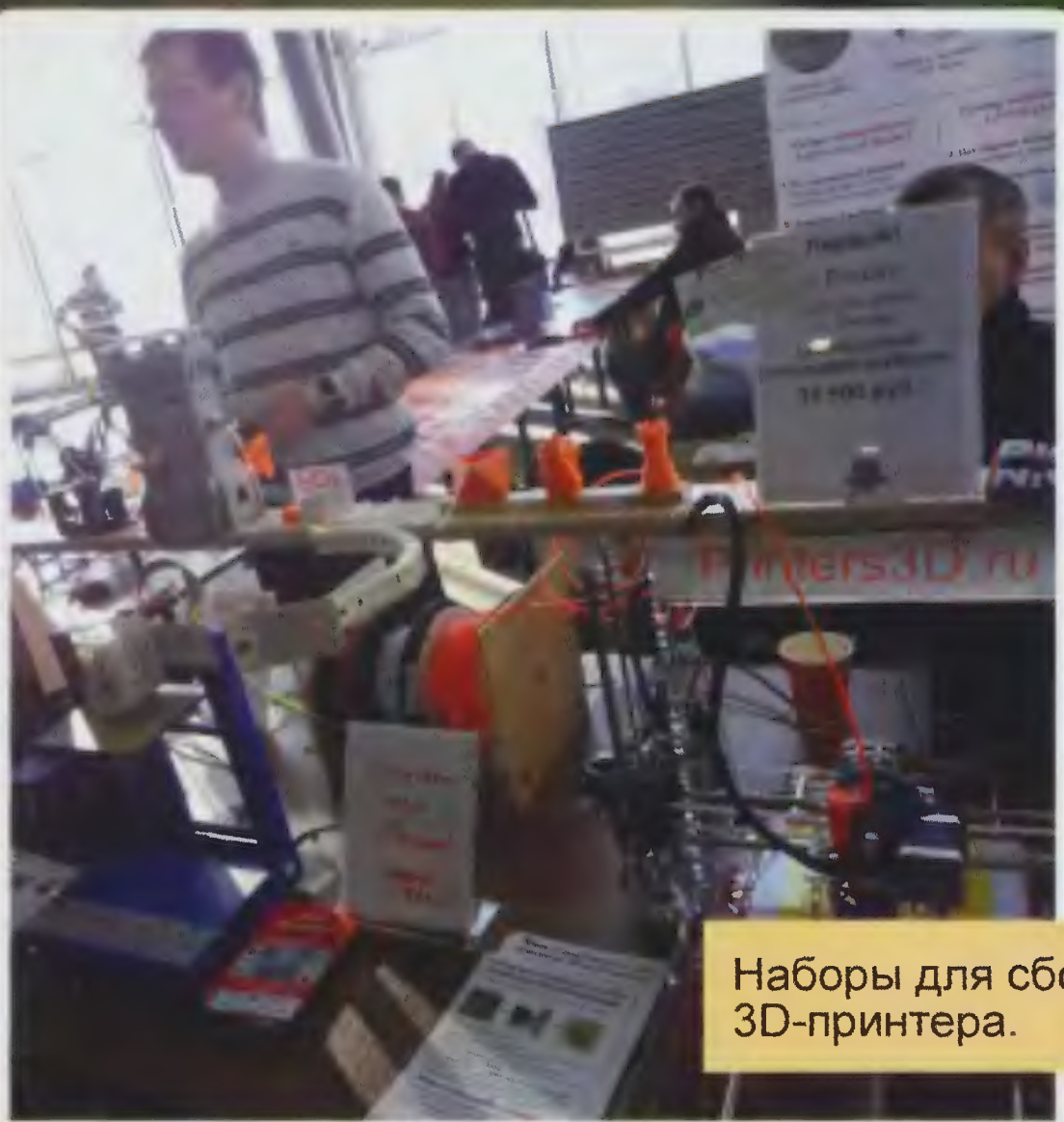
Робот, управляемый жестами.



Здесь из вас сделают 3D-копию.



Робот удалённого присутствия Webot.



Наборы для сборки 3D-принтера.



3D-принтер в действии.



"Танцующий" робот Robotron.

НОВЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ПАЯЛЬНЫЕ СТАНЦИИ ЭКОНОМ-КЛАССА

АКТАКОМ
www.aktakom.ru

Монтажные паяльные станции



- Мощность до 60 Вт
- Темп. нагрева (регулируемая) до 480 °С
- Антистатическое исполнение
- Низковольтный паяльник
- Компактные размеры



Термовоздушные паяльные станции



- Мощность до 700 Вт
- Темп. нагрева (регулируемая) до 480 °С
- Воздушный поток до 120 л/мин (макс.)
- Мощность насоса 35 Вт (ASE-4500)
- Сверхбыстрый нагрев (ASE-4501)
- Автовывключение
- Большой выбор наконечников
- Небольшие размеры



Многофункциональные паяльные станции



- 2 канала: монтаж, пайка горячим воздухом
- Мощность до 900 Вт
- Темп. нагрева монтаж. паяльника 200...480 °С
- Термовоздушный паяльник:
темп. нагрева до 500 °С;
воздушный поток до 120 л/мин (макс.)
- Цифровая индикация температуры
- Низковольтный паяльник
- Удобное управление



ЭЛИКС, 115211, г. Москва, Каширское шоссе, д. 57, к. 5.
Тел./факс: (495) 781-49-69 (многоканальный)
Web: www.eliks.ru; E-mail: eliks@eliks.ru

БОЛЬШЕ ИНФОРМАЦИИ
НА www.eliks.ru



узнайте цену!

НАУКА И ТЕХНИКА	4	А. ГОЛЫШКО. Горизонты пятого мобильного поколения 4
ВИДЕОТЕХНИКА	8	В. ФЁДОРОВ. Спутниковые ресиверы DRE-5000/5500, DRS-5001/5003 и GS-7300 8
ЗВУКОТЕХНИКА	11	Ю. ИГНАТЬЕВ. Компактный автомобильный усилитель 11
РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ	14	К. МОРОЗ. Удаление следов клея. Изготовление штыревого теплоотвода 14
РАДИОПРИЁМ	15	В. ГУЛЯЕВ. Новости вещания 15 Ю. БЕЛАВЕНЦЕВ. УКВ-приставка к приёмнику ВЭФ-12 16
ИЗМЕРЕНИЯ	17	А. ПИЧУГОВ. Генератор "нарисованного" сигнала 17
МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ТЕХНИКА	18	О. КОЛЬЧУРИН. Программатор РПЗУ серии 27С 18
ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ	21	С. КАМИНСКИЙ. Устройство для экспериментов с Ni-Mh аккумуляторами типоразмеров AA и AAA 21 А. БУТОВ. Доработка блока питания AV3302 25
ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА	27	А. ВИШНЕВСКИЙ, В. ВИШНЕВСКИЙ. Низковольтный автоматический инкубатор 27 В. АКСЁНОВ. Определитель номеров проводов кабеля с речевой индикацией 32 В. КИБА. Управление электрическим отопительным котлом 35 С. НЕТКАЧЕВ. Блок управления шаговым двигателем 38 А. САВЧЕНКО. Поддержание постоянной яркости экрана аналого-цифровой ЦДУ 40
ЭЛЕКТРОНИКА ЗА РУЛЁМ	42	А. СЕРГЕЕВ. Доработка автомобильного регулятора напряжения 59.3702-01 42 А. ТИТАРЕНКО. Подключение видеорегистратора к бортсети автомобиля 44 А. БАЙКОВ. Блок управления ходовыми огнями 45
НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ	46	Наша консультация 46
"РАДИО" — НАЧИНАЮЩИМ	47	Р. ЭКИМЯН. ИК-датчик препятствий 47 И. НЕЧАЕВ. Зарядно-питающее устройство на солнечных батареях 48 П. ЮДИН. Музыкальная шкатулка 49 А. БУТОВ. Сенсорное реле времени для электромеханических игрушек 50 С. СОКОЛ. Микроконтроллеры MSP430. Хранение изменяемых параметров во FLASH-памяти 51
"РАДИО" — О СВЯЗИ	55	О. ТАКОЧАКОВА. Валерия Першина — чемпионка мира по скоростной радиотелеграфии 55 Р. ГАЛУЦ. ФГУП "ГРЧЦ" и радиолобительская служба 56 Г. ЯЦУК. Радиоприёмник "Пион-DSP" 59

ОБМЕН ОПЫТОМ (с. 14). НА КНИЖНОЙ ПОЛКЕ (с. 34).
ДОСКА ОБЪЯВЛЕНИЙ (с. 1, 3, 4, 7, 16, 26, 27, 31, 34, 58, 64).

На нашей обложке. Радиоприёмник "Пион-DSP" (см. статью на с. 59).

**ЧИТАЙТЕ
В СЛЕДУЮЩЕМ
НОМЕРЕ:**

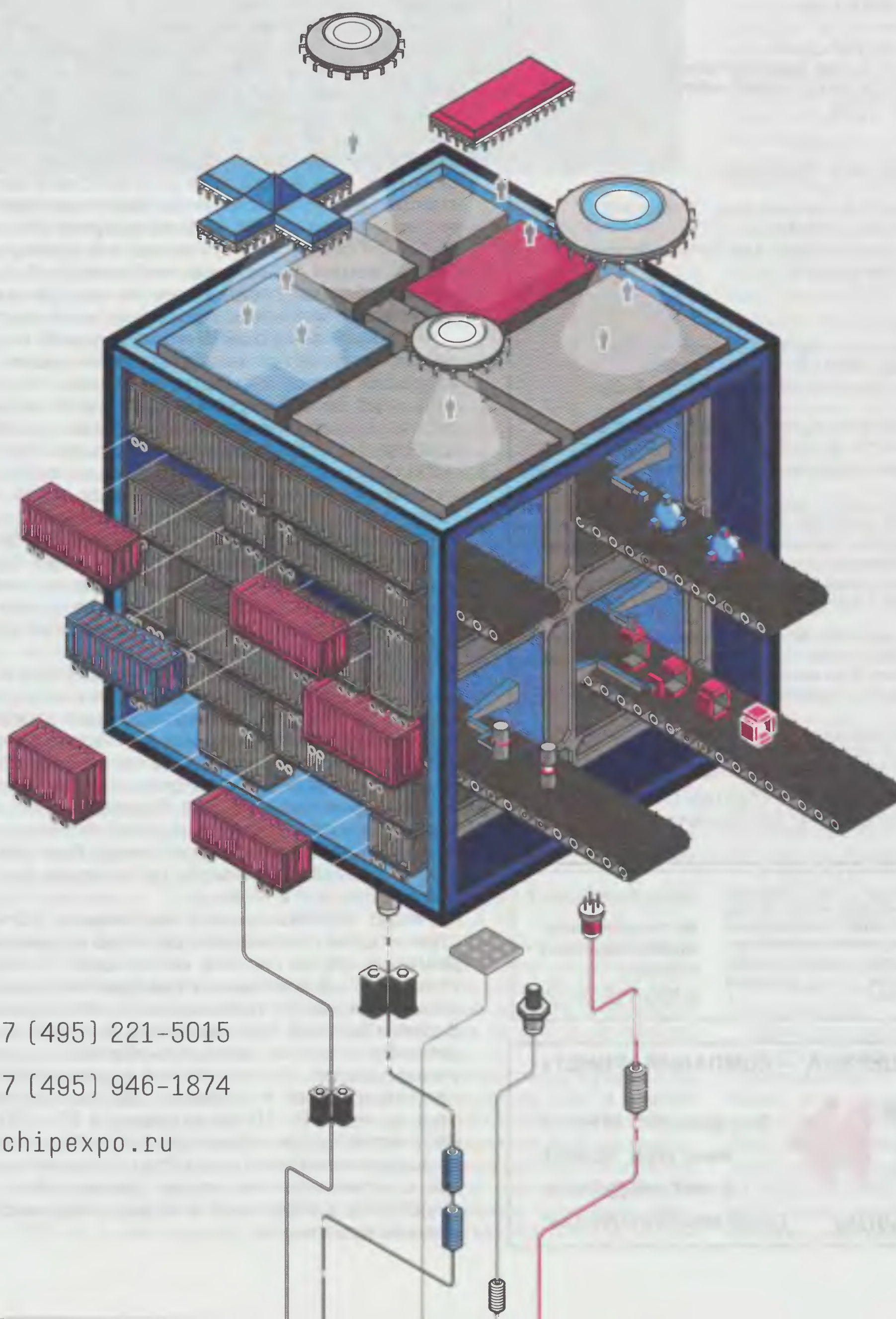
**МУЗЫКАЛЬНЫЙ СОПРОЦЕССОР К ZX-SPECTRUM
КОМБИНИРОВАННЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРИБОР
ОХРАННАЯ СИСТЕМА НА ОСНОВЕ ГЛОНАСС/GPS и GSM
ИСКАТЕЛЬ СКРЫТОЙ ПРОВОДКИ**

НОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА / РОССИЯ

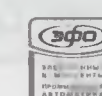
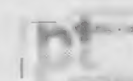
25-27 МАРТА 2014

МОСКВА
ЭКСПОЦЕНТР
НА КРАСНОЙ ПРЕСНЕ

главная российская выставка электронных компонентов и модулей



тел. +7 (495) 221-5015
факс +7 (495) 946-1874
info@chipexpo.ru





Издаётся с 1924 года

РАДИО

“Радиолубитель” — “Радиопрофонт” — “Радио”

3•2014

МАССОВЫЙ
ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ

“Radio” is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: ЗАО «ЖУРНАЛ «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.

Регистрационный ПИ № ФС77-50754

Главный редактор В. К. ЧУДНОВ

Редакционная коллегия:

А. В. ГОЛЫШКО, А. С. ЖУРАВЛЁВ, Б. С. ИВАНОВ,
С. Н. КОМАРОВ, А. Н. КОРОТОНОШКО, К. В. МУСАТОВ,
И. А. НЕЧАЕВ (зам. гл. редактора), Л. В. МИХАЛЕВСКИЙ,
С. Л. МИШЕНКОВ, О. А. РАЗИН, Б. Г. СТЕПАНОВ
(первый зам. гл. редактора), В. В. ФРОЛОВ

Выпускающие редакторы: С. Н. ГЛИБИН, А. С. ДОЛГИЙ

Обложка: В. М. МУСИЯКА

Вёрстка: Е. А. ГЕРАСИМОВА

Корректор: Т. А. ВАСИЛЬЕВА

Адрес редакции: 107045, Москва, Селиверстов пер., 10

Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13

E-mail: ref@radio.ru

Группа работы с письмами — (495) 607-08-48

Отдел рекламы — (495) 608-99-45, e-mail: advert@radio.ru

Распространение — (495) 608-81-79; e-mail: sale@radio.ru

Подписка и продажа — (495) 607-77-28

Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:

получатель — ЗАО “Журнал “Радио”, ИНН 7708023424,

р/сч. 40702810438090103159

Банк получателя — ОАО “Сбербанк России” г. Москва

корр. счет 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 17.02.2014 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.

Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.

В розницу — цена договорная

Подписной индекс:

по каталогу «Роспечати» — 70772;

по каталогу Управления федеральной почтовой связи — 89032;

по каталогу Российской прессы ПОЧТА РОССИИ — 61972.

За содержание рекламного объявления ответственность несёт рекламодатель.

За оригинальность и содержание статьи ответственность несёт автор.

Редакция не несёт ответственности за возможные негативные последствия использования опубликованных материалов, но принимает меры по исключению ошибок и опечаток.

В случае приёма рукописи к публикации редакция ставит об этом в известность автора. При этом редакция получает исключительное право на распространение принятого произведения, включая его публикации в журнале «Радио», на интернет-страницах журнала, CD или иным образом.

Авторское вознаграждение (гонорар) выплачивается в течение одного месяца после первой публикации в размере, определяемом внутренним справочником тарифов.

По истечении одного года с момента первой публикации автор имеет право опубликовать авторский вариант своего произведения в другом месте без предварительного письменного согласия редакции.

В переписку редакция не вступает. Рукописи не рецензируются и не возвращаются.

© Радио®, 1924—2014. Воспроизведение материалов журнала «Радио», их коммерческое использование в любом виде, полностью или частично, допускается только с письменного разрешения редакции.

Отпечатано в ЗАО «ПОЛИГРАФИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «ЭКСТРА М»,
143400, Московская обл., Красногорский р-н, а/м «Балтия», 23 км.
Зак. 14-02-00235.



Компьютерная сеть редакции журнала «Радио» находится под защитой Dr.Web — антивирусных продуктов российского разработчика средств информационной безопасности — компании «Доктор Веб».

www.drweb.com

Бесплатный номер
службы поддержки
в России:

8-800-333-79-32

Горизонты пятого мобильного поколения

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

*Вначале мать Кощея родила
сундук...*

Суэта вокруг 5G

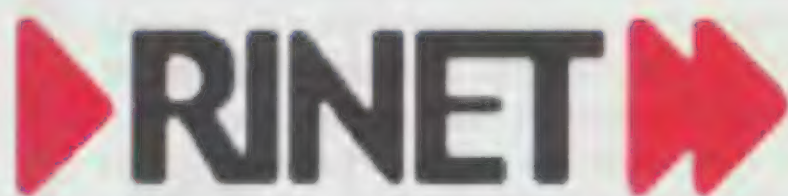
А ведь аналоговая мобильная связь первого поколения (1G) родилась по историческим меркам совсем недавно, и мы ещё помним голливудских героев, позирующих в кабриолетах с таким снабжённым выдвижной антенной ящичком возле уха. И вот почти незаметно для нас в телекоммуникациях произошёл очередной качественный скачок восприятия услуг связи, когда пользователю стали неважны не только способы и технологии их доставки, но и сами средства связи, которые стали теперь функционально практически не отличимы друг от друга. На первый план теперь выходит непосредственно потребление информации во всех её видах, включая и такие “тяжёлые” для сетей связи, как супер HD-видео (хотя бы для приложений “дополненной реальности”). Ну а самые большие проблемы с доставкой последнего встречаются как всегда в мобильной связи, где одна физическая среда делится на всех пользователей в зоне действия каждой базовой станции. Мобильные же пользователи хотели бы получать сервисы точно так же, как это получается в сетях фиксированной связи. Тем более что вся совокупная реклама сложившегося на планете мобильного братства повсеместно обещает своим клиентам невиданные сервисные удобства мобильного широкополосного доступа (ШПД).

Роль мобильного ШПД в современном мире неуклонно растёт, и зачастую надёжная связь может даже стать вопросом жизни и смерти, особенно, если, к примеру, речь идёт об обеспечении надёжного подключения для работы медицинских и спасательных служб. Основные требования, предъявляемые пользователями к сетям мобильного ШПД, касаются, прежде всего, производительности. Развитие современных сетей стремится к тому, чтобы в будущем доступ к данным осуществлялся мгновенно, а оказание услуг происходило без задержек и не прерывалось из-за ненадёжной связи. Собственно, на борьбу за высокие скорости передачи информации и минимальные задержки отклика при подключении к ней были направлены разработки технологий 4G (LTE и LTE-Advanced).

Согласно данным Global Mobile Suppliers Association, на конец 2013 г. в более чем 80 странах мира развёрнуто более 215 сетей 4G, предоставляющих втрое более высокую скорость передачи данных по сравнению с 3G, и ещё столько же сетей готовятся к запуску. Аналитики из ABI Research полагают, что 4G-связь станет доступна половине населения мира к 2018 г. Лидерами как по охвату аудитории, так и по числу подключений являются США, Южная Корея, Япония, Австралия и Канада. При этом более 90 % данного рынка контролируют всего лишь три поставщика: Huawei, Ericsson и NSN.

Число подключённых к мобильным сетям устройств стремительно увеличивается, и это во многом связано с реализуемой на планете концепцией “Всеобъемлющего Интернета”. В конечном итоге будет подключено всё, что может выиграть от подключения к сети, начиная от светодатчиков и бытовых техники до автомобилей, всевозможных датчиков и систем электроснабжения в умных домах и умных городах. И если сегодня на каждого обитателя планеты приходится в среднем два подключённых устройства, то через 5—10 лет их станет в 10—100 раз больше. Рост числа подключённых устройств будет сопровождаться появлением новых способов их применения, что приведёт к возникновению новых требований к сетям, варьирующихся в зависимости от устройства и от конкретной цели использования.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА — КОМПАНИЯ «РИНЕТ»



Internet Service Provider

Телефон: (495) 981-4571

Факс: (495) 783-9181

E-mail: info@rinet.ru

Сайт: <http://www.rinet.net>

С одной стороны, это открывает неограниченные возможности для людей, экономики и общества, а с другой — выясняется, что выделенных под мобильную связь радиочастотных ресурсов и возможностей технологий 4G опять недостаточно для всеобщего благополучия. Теперь это тоже чуть ли не главная задача, которую предстоит решить технологиям очередного поколения 5G.

По данным EETimes, в ЕС уже собираются инвестировать в исследования и разработку 5G не менее 700 млн евро. Уже создана ассоциация 5GPPP — 5G Public-Private Partnership Association (5GPPP) по аналогии с ассоциацией 3GPP, занимавшейся последние 15 лет внедрением технологий 3G/4G. В 5GPPP вошли 24 ассоциированных члена, включая крупнейших производителей Alcatel-Lucent, Huawei, Ericsson, Intel, Nokia, а также отдельных операторов, вроде France Telecom и др. Пока все они пытаются дать прогнозы того, к чему следует стремиться при разработке систем 5G. Иначе — сформировать общее техническое задание. Поскольку ныне уже ясно, что телеком и ИТ сольются на базе единой ИКТ-инфраструктуры, основная идея состоит в том, что технологии виртуализации сумеют "поделить" на всех конвергентный "ИКТ-пирог" сетевых сервисов и услуг. Среди основных технических ориентиров сетей 5G называется в 1000 раз большая пропускная способность, чем у сетей 3G, в 10 раз меньшее энергопотребление. Коммерческий запуск 5G-сетей намечен на 2020 г.

В целом власти ЕС полагают, что проект внедрения 5G должен стать локомотивом развития телекоммуникаций и может составить альтернативу даже цифровому телевидению, что, впрочем, неудивительно. Одним из ожидаемых достоинств сети 5G будет возможность подключения его мобильного терминала к телевизору, что должно полностью заменить подключение к сетям кабельного ТВ, СНТВ и IPTV, не говоря уже о сетях наземного эфирного ТВ-вещания.

Впрочем, предвидятся и проблемы. К примеру, обеспечить бесперебойную работу 50 млрд устройств после 2020 г. — задача непростая. Рынок одних только носимых гаджетов (от часов и браслетов до очков и медицинских датчиков) к 2018 г. превысит 100 млн единиц. Вместе с ростом числа подключаемых устройств будут значительно возрастать и требования к сети. Поток видео, файлообменные сети и облачные сервисы по-прежнему будут оставаться наиболее популярными приложениями, требуя всё более высоких скоростей и мгновенных откликов (измеряемых единицами миллисекунд). В офисных помещениях и городской среде, где плотность обращений к сети наиболее высокая, необходимо обеспечить скорость передачи данных до нескольких гигабит в секунду. Такая скорость позволит синхронизировать локальные хранилища с облачными и сетевыми дисками, передавать видео сверхвысокой чёткости и поддерживать работу приложений виртуальной и

дополненной реальности. Для воплощения идеи о безграничном доступе к информации каждого гражданина ему понадобится скорость сотни мегабит в секунду.

При этом стоимость развёртывания, эксплуатации и обслуживания сети, а также стоимость устройств тоже должна находиться на уровне достаточно низком, чтобы предоставлять популярные услуги по привлекательной цене, но в то же время быть выгодными и для операторов сетей. И наконец, немаловажное значение для достижения низкой стоимости эксплуатации сетей имеет эффективность энергопотребления.

В общем, хочется получить гарантированный уровень услуги, надёжность, управление качеством услуги, скорости передачи данных, задержки и пр. Всё это заставляет искать всё более эффективные способы доставки мобильных сервисов, осваивать новые технологии, частоты, методы модуляции. Поэтому отраслевые группы и ведущие игроки мобильного бизнеса по всему миру медленно, но упорно прорабатывают вопрос, каким же должен быть стандарт 5G.

Проба пера

Ещё далеко не все энтузиасты попробовали, что такое 4G, а компания Samsung уже разработала технологию для 5G сетей и заявила, что до 2020 г. вполне возможно запустить коммерческие сети. Технология, разработанная в Samsung, позволяет обеспечить скорость передачи данных до 1 Гбит/с и более в диапазоне 28 ГГц — в зоне действия базовой станции радиусом 2 км.

Разумеется, Samsung не единственная компания, которая разрабатывает 5G. Недавно японский оператор NTT DoCoMo объявил, что успешно провёл тестовые передачи данных на скорости 10 Гбит/с в диапазоне 11 ГГц с использованием полосы 400 МГц, но "настоящего" 5G следует ждать не ранее 2020 г. Всё упирается и в разработку технологий, и в принятие стандарта, но в любом случае мир должен увидеть "скорости в сто раз больше нынешних на фоне тысячекратного увеличения полезной ёмкости сети".

В конце октября уже знакомый нам по страницам журнала заместитель председателя совета директоров Huawei Technologies и исполнительный директор Кен Ху сообщил, что сотни инженеров компании трудятся уже несколько лет над технологией 5G. Были бы радиочастоты, и тогда в 2020 г. Huawei будет готова к коммерческому внедрению технологии, способной обеспечить передачу данных со скоростью 10 Гбит/с. Компания объявила о том, что объём инвестиций в исследования этой технологии к 2018 г. составит 600 млн долл. Он заметил также, что несмотря на бурное развитие сетей передачи данных в течение последних 20 лет, цифровое общество всё ещё находится в стадии детства. Сегодня Интернет выступает основным источником потребления информации, цифровых развлечений и электронной коммерции. Технологии связи

служат инструментом улучшения эффективности бизнеса. Но следующий этап развития цифрового общества поднимет искусственный интеллект и базу знаний на новый уровень, что также потребует очень быстрых сетей. Мобильные устройства перестали быть просто средством связи, а превратились в искусный инструмент потребления информации, расширяя возможности человека. Носимые устройства, вроде часов или очков, станут новым производственным направлением и тенденцией в моде. Современные компьютерные системы всё лучше взаимодействуют с человеком и начинают распознавать смысл речевых выражений. Эти новые устройства помогут облегчить выполнение многих действий. Ранее умственные достижения совершались напряжением интеллекта одного или нескольких людей. В будущем появится новый тип коллективного мышления: человека и искусственного интеллекта, оперирующего огромными массивами данных. Конкурентоспособность в бизнесе и успешность в науке будут определяться умением использовать эти новые возможности. Кстати, бизнес-планы Huawei по переходу на сети 5G совпадают с коммерческой программой Samsung и задачами Европейского Союза. С чего бы это?

Дело в том, что "наигравшись" в своё время с нестыкуемыми стандартами 2G/3G/4G из "сундука" мобильной индустрии, каждый специалист в этой области хорошо понимает, что теперь нужна кооперация между разработчиками разных подсистем. Кроме того, с развитием мобильных сетей и их адаптацией к новым типам устройств и услуг от интеллектуальных электросчётчиков, автомобилей и подключённых бытовых приборов до промышленных объектов подход "одна технология на все случаи жизни" (как это практикуется сегодня) тут вряд ли может быть эффективным. В одиночку никто не потянет этот воз проблем. К тому же, по иронии судьбы, уже существуют несколько перспективных проектов систем, претендующих на название 5G.

И здесь, кстати, нелишне вспомнить, чем закончились предыдущие "интеграционные устремления" из серии "хотели, как лучше" в 3G (в итоге получили пять стандартов радиointерфейсов IMT-2000) и 4G (два стандарта радиointерфейсов — LTE и IEEE 802.16m). Тем не менее есть надежда, что все разработчики в итоге договорятся о чём-то едином, тем более что произошедшее за последние годы серьёзное сокращение числа крупнейших поставщиков оборудования мобильной связи и рост конкуренции вряд ли позволят "разбазаривать" инвестиции, и две "партии 5G" они уже не прокормят.

В общем, стратегически думающие люди из мобильной индустрии решили, что к 2020 г. начнётся внедрение стандартов 5G, которые должны потеснить ныне действующие стандарты семейства 4G/LTE. Что же они придумали?



Покушаясь на "святое"

В исследовательском центре Bell Labs компании Alcatel-Lucent уверены, что технологии 5G заставят пересмотреть характер сетей мобильной связи и способы подключения к сетям мобильных устройств. Похоже, при переходе к 5G придётся отказаться от самого понятия "сотовая связь", означающего набор приёмопередающих базовых станций с соответствующими зонами покрытия территории. Так вот, инженеры Bell Labs считают, что в будущей сети устройство (человек или машина) сможет обмениваться многочисленными потоками информации посредством разнородных коммуникационных узлов. Это подразумевает организацию непосредственных соединений между различными устройствами (впрочем, очевидно, не всеми, посему базовые станции всё же где-то останутся). Такие устройства будут самостоятельно решать, когда и каким образом необходимо передать или получить информацию. Например, датчики будут автоматически выгружать данные на сервер и т. д. В результате структура сети перестанет быть ячеисто-ориентированной и станет устройство-ориентированной. Что на это скажут те службы, которые обеспечивают такие мероприятия, как СОПМ (сокращение от Система технических средств для обеспечения функций оперативно-розыскных мероприятий), правда, не сообщается.

Предполагается также, что устройства в сетях 5G будут работать одновременно в нескольких диапазонах частот, используя, к примеру, один диапазон для организации канала "вверх", а другой — для канала "вниз". Так сети будет легче "подстраиваться" под запросы каждого находящегося в зоне её действия мобильного устройства. Кроме того, исследователи предсказывают дальнейшее распространение известной ещё по 4G технологии MIMO (англ. **Multiple Input Multiple Output** — Метод пространственного кодирования сигнала), позволяющей передавать и принимать данные с помощью нескольких антенн одновременно и тем самым увеличивать пропускную способность. Распространение этой технологии приведёт к тому, что размеры антенн будут увеличиваться.

Проект METIS

Уже сегодня ряд компаний разрабатывают технологии 5G в рамках международного проекта METIS (Mobile and wireless communications Enablers for the Twenty-twenty information Society или "Способы реализации мобильной и беспроводной связи в информационном обществе-2020"). Похоже, на сегодня это самый большой проект такого рода. В METIS входят, в частности, всё те же крупнейшие разработчики: Alcatel-Lucent, Ericsson, Huawei, Nokia и NSN, компании-операторы Deutsche Telekom (Германия), Orange (Франция), Telecom Italia (Италия), Telefonica (Испания) и NTT DoCoMo (Япония), а также одна автомобилестроительная фирма в лице BMW и 13 академических организаций. Российских операторов, обитателей Сколково, представителей РАН и других орга-

низаций в METIS нет, что, похоже, лишний раз свидетельствует о реальном положении дел в отечественной отрасли связи (именно в отрасли, а не в сетях, с которыми как раз всё довольно хорошо).

Консорциум METIS, созданный опять же Евросоюзом, уже получил грант в размере 16 млн евро на разработку технологии 5G, которая будет существенно отличаться от LTE Advanced новым радиointерфейсом, использованием новейших радиотехнологий типа гетерогенных и mesh-сетей (когда абонентские терминалы могут использоваться как сетевые узлы, связываясь непосредственно друг с другом, минуя базовую станцию), построенных на виртуальной основе. Обеспечение высокого качества связи доступа станет возможным благодаря внедрению технологии интеллектуальных антенн с большим числом управляемых элементов, освоению новых диапазонов более высокой степени координирования между базовыми станциями. Одним из основных направлений исследований станет разработка концепции суперплотных сетей (super-dense networks) для обслуживания абонентов мегаполисов, а также создание "облачных" систем радиодоступа (Cloud-RAN), использующих различные фрагменты радиоспектра в зависимости от их доступности и от заказанных сервисов (в общем, по ситуации). Интересным обещает стать автомобильный вариант этих исследований, в котором речь идёт о развитии технологий "vehicle-to-vehicle" (что буквально означает "от одного автомобиля к другому"), превращающих автомобили из терминалов в промежуточные узлы связи. Серьёзное внимание будет уделяться транспортным сетям, поскольку они должны не только пропустить весь сгенерированный трафик, но и также обеспечивать малые задержки. В ряде случаев имеет смысл организация обмена данными не посредством инфраструктуры сети, а непосредственно между устройствами по протоколу "устройство-устройство" (Device-to-Device или D2D). В целях оптимизации сетей и обеспечения малых значений времени задержки (хотя бы не для всех пользователей, а именно для тех, кому это действительно необходимо) будет изменяться соотношение между управляющим каналом, кодированием, адаптивной модуляцией и управлением радиоресурсами. Там, где необходимо крайне малое время задержки, например, 1 мс или менее, будет использоваться новая технология, позволяющая обеспечить более короткие временные интервалы передачи данных. Пиковая скорость канала "вниз" должна быть 10 Гбит/с, канала "вверх" — 5 Гбит/с.

В целом планируется решить целый ряд технических задач, чтобы добиться:

- эффективности, которая позволила бы постоянно наращивать ёмкость при сохранении приемлемой стоимости проекта и излучаемой мощности;

- масштабируемости, отвечающей обширному набору требований, независимо от объёма трафика;

- гибкости при выполнении принципиально разных существенных требований, например, к доступности, мобильности, качеству услуги, а также различных сценариев обслуживания.

Системы 5G будут "экономными", поскольку собираются использовать уже существующие технологии мобильной и беспроводной связи 2G/3G/4G (GSM, UMTS/HSPA, LTE, LTE-Advanced), а также всё обширное семейство Wi-Fi, дополняя их новыми технологиями радиодоступа, предназначенными для каждого отдельного сценария обслуживания пользователей. Уже сейчас понятно, что новые радиотехнологии должны будут использовать радиоканалы шириной в несколько сотен мегагерц (с возможностью расширения до нескольких гигагерц). Ведь уже при разработке технологии LTE-Advanced эффективность использования радиоспектра вплотную приблизилась к теоретическим пределам, установленным Клодом Шенноном, и теперь путь к дальнейшему увеличению скоростей передачи информации только один — расширять полосу и идти в высокие диапазоны радиочастот (10...100 ГГц). Это позволяет предположить, что подобные фрагменты сетей 5G будут состоять из множества базовых станций практически на каждом фонарном столбе или стене дома и в каждой комнате. Ну а в режиме mesh-сети и сами пользователи станут выступать в качестве транзитной базовой станции. Сверхплотные сети будут использовать передовые сетевые решения, например, технологии интегрированных беспроводных многоканальных транспортных сетей Multi-hop и усовершенствованные технологии координирования работы базовых станций.

Планируемая продолжительность проекта — 30 месяцев, с осени 2012 г. до конца апреля 2015 г., когда будет выработана общая концепция 5G, описаны фундаментальные основы последней и разработан концепт системы. Всё это будет представлено на всемирной радиочастотной конференции WCR'2015, где, очевидно, пойдёт речь о выделении под 5G исследованных и перспективных диапазонов радиочастот. С 2015 г. по 2018 г. будет проводиться оптимизация системы, стандартизация, испытания с одновременным уточнением и развитием её парадигмы. В 2018—2020 гг. ожидается развёртывание и полевые испытания.

Вкратце цели проекта 5G METIS лучше выразить в цифрах. Итак, требуется спроектировать концепт системы, которая бы поддерживала:

- в 1000 раз больший объём мобильного трафика данных на единицу площади;

- в 10...100 раз большее предельное число подключённых устройств;

- в 10...100 раз более высокие средние скорости, доступные пользователям;

- в 10 раз большую продолжительность работы маломощных мультимедийных устройств без подзарядки;

- 5-кратное сокращение задержки.

Между участниками проекта существует разделение труда. В частности, DoCoMo занимается сценариями обслуживания пользователей и критериями качества, Huawei разрабатывает концепт радиointерфейса, Alcatel-Lucent изучает MIMO, NSN разрабатывает multi-RAT (это системы с множеством

одновременно используемых радиотехнологий доступа), на которых будут основаны гетерогенные сети, Nokia исследует подходящие радиочастотные диапазоны, Ericsson разрабатывает общий дизайн системы и обеспечение производительности её работы, а также занимается стандартизацией и вопросами регулирования. Ну а в итоге реализация проекта METIS или "5G к 2020 г." сделает возможным неограниченный доступ к информации. Впрочем, это не единственный проект.

Проект 5GIC

Отсутствие оператора Vodafone (Великобритания) в проекте METIS объясняется собственными попытками Соединённого Королевства разрабатывать 5G в рамках проекта 5GIC, который стартовал в октябре 2012 г. в Исследовательском центре систем связи CCSR в графстве Суррей. Кроме правительства, средства поступят от группы компаний, в которую входят Samsung, Fukitsu Laboratories Europe, Rohde & Schwarz, Telefonica Europe и AIRCOM International.

Проект 5GIC предполагает развивать концепцию 5G по трём ключевым направлениям:

- повышение скорости передачи данных до 10 Гбит/с на соту (пользователям будет доступна скорость передачи данных около 200 Мбит/с);

- использование диапазонов СВЧ и УВЧ;

- повышение энергоэффективности сети в целях снижения операционных

затрат на содержание огромного числа малых сот.

Проект ISRA

Американская индустрия не могла остаться в стороне от такого захватывающего действия, как 5G. В июле прошлого года компания Intel, известная своими вкладами в разработку технологий Wi-Fi и WiMax, объявила о создании Альянса стратегических исследований (Intel Strategic Research Alliance, ISRA). Он объединил усилия большого числа научных центров (университеты Южной Калифорнии, Нью-Йорка, Принстона, Стэнфорда, Иллинойса, Техаса, Помпеу Фабра из Барселоны и др.) и ряда местных мобильных операторов (прежде всего, Verizon) по созданию технологии, обеспечивающей, как и в других подобных проектах, многократное увеличение пропускной способности сети, достижение высокого качества обслуживания во всей сети вне зависимости от местоположения пользователя и помех от его коллег, а также адаптацию качества услуг к используемым потребителями приложениям, чтобы обеспечить тем самым максимальную эффективность передачи информации в сети. Первоначальные вложения Intel в проект ISRA, стартовавший в 2013 г., составляют 3 млн долл.

Основной вопрос радиотехники

Всё это хорошо, но на каких же частотах всё это будет реализовано, ведь доступных диапазонов в развитых

странах мира практически не осталось? На предстоящей в 2015 г. всемирной радиочастотной конференции ориентировочно могут быть рассмотрены вопросы использования в сетях 5G следующих радиочастотных диапазонов: 9,9—10,6; 11; 17,1—17,3; 17,7—19,7; 21,2—21,4; 27—29,5; 31—31,3; 31,8—33,4; 36—37,0; 37—39,5; 40,5—50,2; 50,4—52,6; 55,78—57; 57—71; 71—76; 81—86 ГГц. Одним из критериев отбора будет считаться наличие непрерывного радиоспектра в полосе несколько сотен мегагерц в диапазонах ниже 40,5 ГГц и в полосе не менее 1 ГГц — выше. Рассмотрению подлежат как парные (для частотного разделения каналов "вверх" и "вниз" — FDD), так и непарные (TDD) участки радиоспектра.

Надежда прогрессивного человечества

Выше мы видели целый набор различных проектов по созданию технологий и сетей 5G. Без сомнения, что-то обязательно получится. И хорошо бы, чтобы все разработчики пришли к "общему знаменателю", а прогрессивное человечество получило бы единый и однозначный стандарт 5G, пусть и объединяющий использующиеся в настоящее время во всём мире технологии мобильной связи.

По материалам **METIS2020**, **Ericsson**, **Huawei**, **PCWeek**, **ITRN**, **mForum**, **TechCrunch**, **Samsung**, **ICOM**.



НАШИ ПЕЧАТНЫЕ ПЛАТЫ РАБОТАЮТ КАК В НЕБЕ, ТАК И НА ЗЕМЛЕ!

ЗАКАЗАВ ПЕЧАТНЫЕ ПЛАТЫ У НАС, ВЫ ПРИОБРЕТЁТЕ:

- ✓ **КАЧЕСТВО**
- ✓ **СКОРОСТЬ**
- ✓ **ВЫСОКУЮ ТЕХНОЛОГИЮ**



WWW.BRANDNER.EE

ВНИМАНИЮ РЕКЛАМОДАТЕЛЕЙ!
АКЦИЯ!
Три рекламных макета в 2014 году по СПЕЦИАЛЬНОЙ ЦЕНЕ!

РАЗМЕСТИТЕ ВАШУ РЕКЛАМУ НА СТРАНИЦАХ ЖУРНАЛА "РАДИО"!

Приглашаем к сотрудничеству рекламные агентства.

С условиями размещения рекламы вы можете ознакомиться на нашем сайте www.radio.ru/advert.

Стоимость модульной рекламы можно определить, умножив полное число символов в объявлении (включая знаки препинания и пробелы) на коэффициент 3.

Вот пример для объявления в 257 символов:
257 × 3 = 771 руб.

Эта сумма и подлежит оплате.

Спутниковые ресиверы DRE-5000/5500, DRS-5001/5003 и GS-7300.

Устройство и ремонт

В. ФЁДОРОВ, г. Липецк

На NIM-модули необходимо подать напряжения $5 \pm 0,25$, $3,3 \pm 0,165$ и $2,5 \pm 0,125$ В. Потребляемый от них ток не превышает 220, 50 и 350 мА соответственно. С целью устойчивой работы входных цепей напряжение 5 В проходит через помехоподавляющий фильтр. Для примера вид платы NIM-модуля EDS-1547FF1B+ представлен на рис. 6. Размеры и нумерация выводов обоих (они одинаковы) модулей указаны на рис. 7. Функциональные назначения выводов перечислены в табл. 1. Принципиальные схемы модулей EDS-SS21SAP и EDS-1547FF1B+ показаны на рис. 8 и 9 соответственно. Входной сигнал ПЧ подан на входной усилитель, компенсирующий затухание в кабеле снижения. Он собран на СВЧ-транзисторе VT1. Сигнал с выхода усилителя поступает через симметричный делитель-трансформатор L6L7R8 на разъём для подключения второго ресивера и на РЧ-преобразователь D1. ФНЧ L1—L3C3C7C17C18 в модуле EDS-SS21SAP (L1—L3C5—C7C15—C17 для EDS-1547FF1B+) предотвращают проникновение колебаний СВЧ в цепи питания.

Частота гетеродина формируется в D1 устройством ФАПЧ. Она определяет номер принимаемого канала, а устанавливают её по шине I²C. Первая петля

равляемого напряжением, в D1. Устройство АРУ поддерживает амплитуду сигналов I и Q на выходе преобразователя РЧ постоянной при изменении входного сигнала в пределах $-65...-25$ дБмВт. Микросхема D1 управляется по шине I²C через ретранслятор (репитер) в D2. Работа узлов D1 синхронизируется образцовым генератором, стабилизированным кварцевым резонатором BQ1. Эти же колебания синхронизируют и демодулятор в D2. С выхода РЧ-преобразователя сигналы I и Q поступают на микросхему D2, преобразующую их в сигнал TS. Входные сигналы оцифровываются сдвоенным АЦП, восстанавливаются несущая и тактирующие импульсы. Делитель

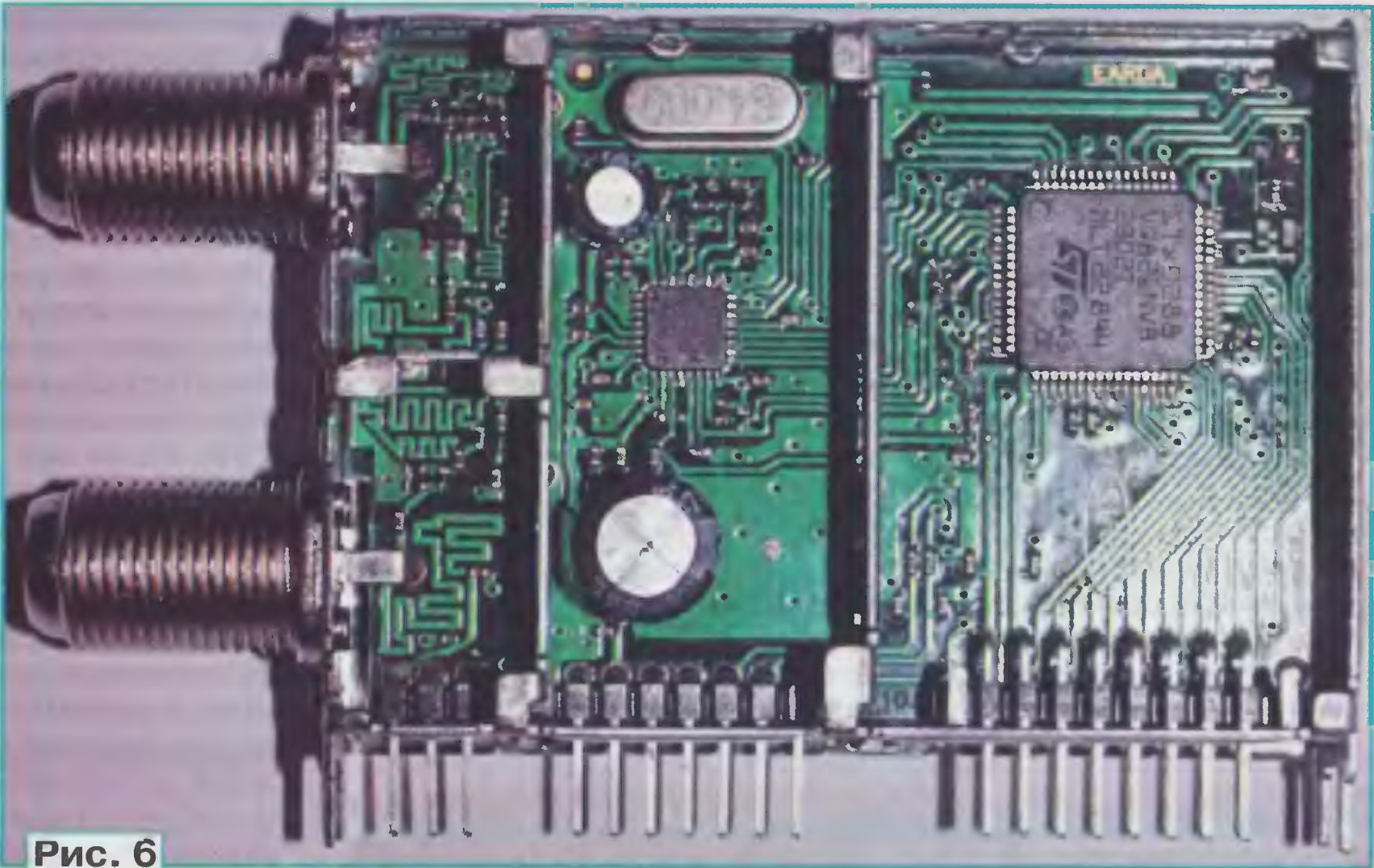


Рис. 6

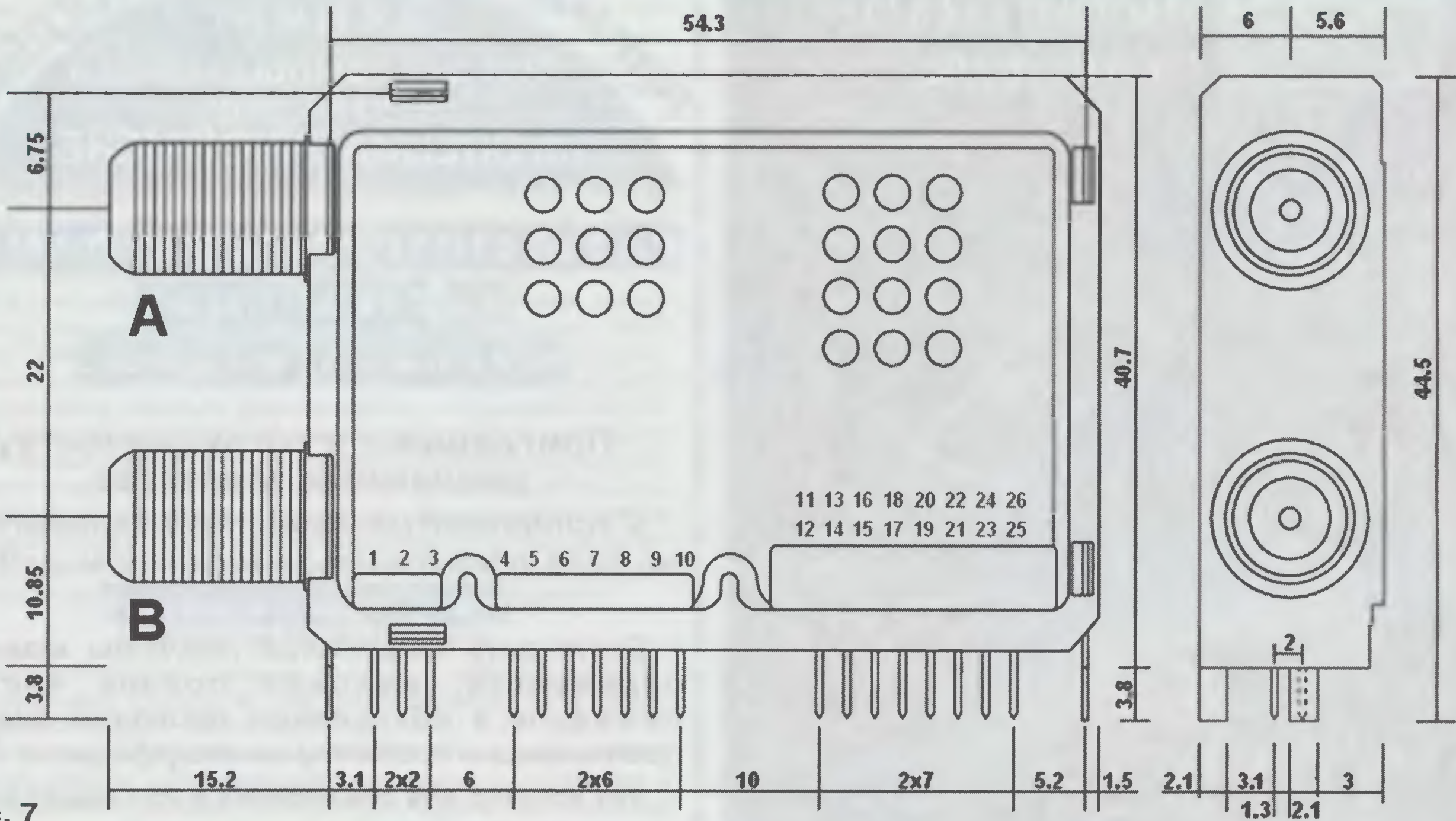


Рис. 7

Продолжение.
Начало см. в "Радио", 2014, № 2

АРУ состоит из детектора и усилителя-формирователя в демодуляторе D2 и исполнительной цепи — усилителя, уп-

R20—R22 задаёт интервал напряжений, в котором происходит преобразование. Далее цифровой сигнал проходит цепи

Таблица 1

Вывод	Обозначение	Назначение
A	—	Вход РЧ, 950...2150 МГц
B	—	Выход РЧ (LOOP — обход)
1	B1B	Питание конвертера от ведомого ресивера (выход LOOP)
2	B1A	Штатное питание конвертера
3, 4, 6, 7, 10	NC	Не используются
5	B2	Питание аналоговой части +5 В (входной усилитель, STB6000)
8	SDA	Сигнал данных шины I ² C
9	SCL	Сигнал синхронизации шины I ² C
11	B3	Напряжение питания цифровой части STx0288 +3,3 В
12	F22	Выход сигнала 22 кГц
13	B3	Напряжение питания цифровой части STx0288 +2,5 В
14—21	D0—D7	Выходы разрядов D0—D7 TS
22	BCLK	Тактовый выход TS
23	D/P	Сигналы данных (1 — на выходах D0—D7, 0 — биты чётности)
24	STR OUT	Сигнал первого пакета в TS (1 — флаг первого пакета)
25	ERROR	Сигнал пакетной ошибки TS (1 — пакет некорректен)
26	RESET	Аппаратный сброс STx0288

компенсации смещения постоянной составляющей, вносимой РЧ-преобразователем. На выходе компенсатора установлен детектор первой петли АРУ, управляющий регулируемым входным усилителем РЧ-преобразователя D1.

Оцифрованные сигналы поданы через фильтр Найквиста, интерполятор и вторую петлю цифровой АРУ на декодер Виттерби, цепи дегермежения по Форни, а также узел декодирования Рида-Соломона. После корректировки

ошибок сигнал проходит компенсатор энергетической дисперсии и синхронинвертор. Полученный сигнал TS поступает на выход NIM-модуля. Соответствующие узлы микросхемы оценивают качество принимаемого канала, которое фиксируется в её регистрах. В модуле EDS-1547FF1B+ дополнительные функциональные узлы демодулятора используют для "слепого" сканирования и точной установки параметров принимаемого цифрового сигнала. Управление узлами D2 обеспечивается по шине I²C. Использование её репитера в D2 уменьшает число управляющих линий для контроля над D1 и D2 с четырёх до двух.

Для питания ядра демодулятора D2 модуля EDS-SS21SAP используют напряжение +2,5 В, а модуля EDS-1547FF1B+ — +1 В, получаемое в стабилизаторе с выходным ключом VT2 из напряжения +2,5 В. Периферийные устройства микросхемы питаются напряжением +3,3 В. Подача на неё питания происходит по правилу, при котором первым поступает напряжение +2,5 В, а затем +3,3 В. Выключают их в обратном порядке.

Управление микросхемами STB6000 (через репитер демодулятора) и STV0299B (STx0288 для EDS-1547FF1B+) обеспечивается через стандартный интерфейс I²C. Он функционирует на рабочих частотах до 400 кГц в режиме fast mode. У STB6000 имеются четыре управляющих адреса. Их выбирают

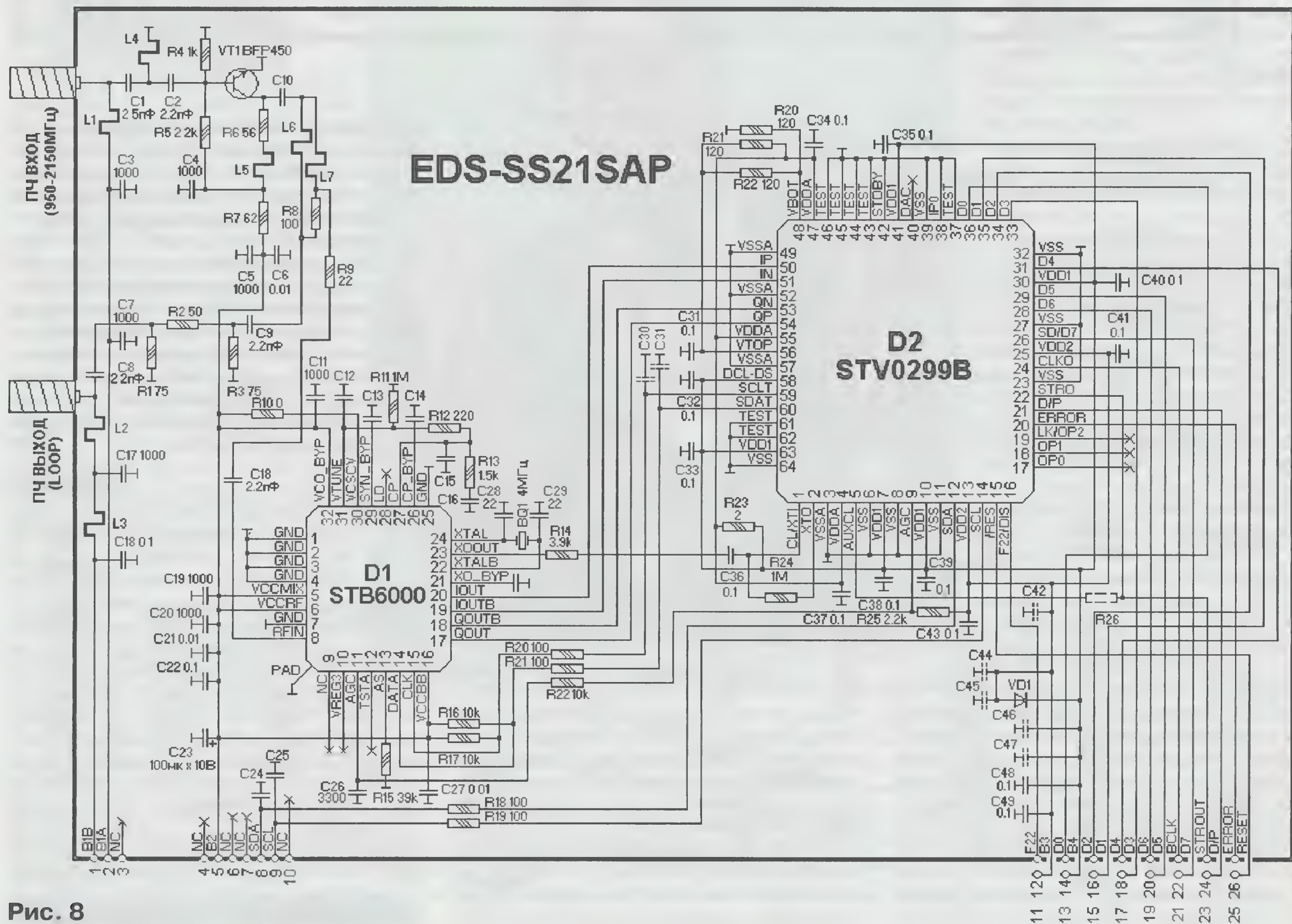


Рис. 8

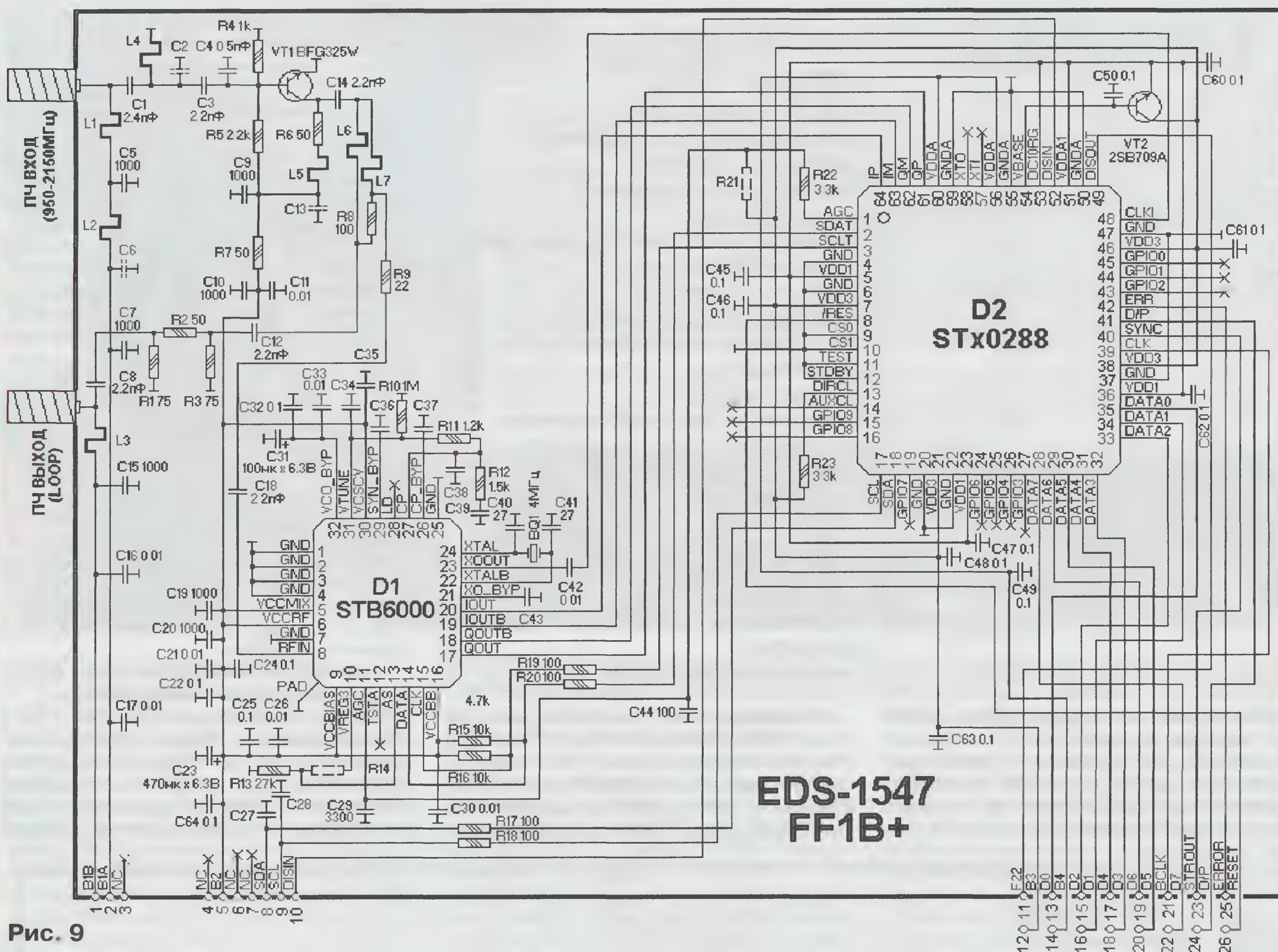


Рис. 9

Таблица 2

Напряжение на выводе AS, В	БАЙТ АДРЕСА								
	D7(MSB)	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0(LSB)	
ЗАПИСИ									
Корпус	1	1	0	0	0	0	0	0	
0...1,4	1	1	0	0	0	0	1	0	
1.5...2,8	1	1	0	0	0	1	0	0	
Не подключён	1	1	0	0	0	1	1	0	
ЧТЕНИЯ									
Корпус	1	1	0	0	0	0	0	1	
0,5...1,4	1	1	0	0	0	0	1	1	
1,5...2,8	1	1	0	0	0	1	0	1	
Не подключён	1	1	0	0	0	1	1	1	

установкой постоянного напряжения на выводе AS (Adress Select) в соответствии с табл. 2. Эта функция необходима в мультипрограммных применениях. В описываемом модуле адрес для записи равен C2h, для чтения — C3h. Суб-адреса управляющих регистров для записи и контрольных для чтения представлены в табл. 3 (в ней также указаны значения регистров при подаче напряжения питания). Установка в исходное состояние и значений по умолчанию переводит STB6000 в режим генерации частоты 1020 МГц при XTAL 4 МГц и шаге установки ФАПЧ 1 МГц

Таблица 3

РЕГИСТР	СУБ-АДРЕС	ПО УМОЛ-ЧАНИЮ	КОНТРОЛЬНЫЙ БАЙТ								
			D7 (MSB)	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0 (LSB)	
ЗАПИСИ											
VCO	01h	C0h	OSCH	OCK1	OCK0	ODIV	OSM3	OSM2	OSM1	OSM0	
N	02h	21h	N8	N7	N6	N5	N4	N3	N2	N1	
A	03h	E8h	N0	Резерв		A4	A3	A2	A1	A0	
K_R	04h	04h	K1	K0	R5	R4	R3	R2	R1	R0	
G	05h	07h	Резерв				G3	G2	G1	G0	
F	06h	8Fh	Резерв			F4	F3	F2	F1	F0	
FCL	07h	DFh	Резерв		DLB2	DLB1	DLB0	FCL2	FCL1	FCL0	
LPEN	0Ah	FBh	Резерв			LPEN	Резерв				
XOG	0Bh	4Fh	XOG	XOGV	Резерв						
ЧТЕНИЯ											
LD	00h	—	Резерв								LD

(Продолжение следует)

Компактный автомобильный усилитель

Ю. ИГНАТЬЕВ, г. Ивано-Франковск, Украина

В статье описана конструкция несложного автомобильного стереоусилителя с импульсным преобразователем напряжения. Его добавление существенно увеличило мощность усилителя на популярных микросхемах TDA7293 или TDA7294 — до 78 Вт на нагрузке сопротивлением 4 Ом, а применение готового корпуса намного упростило его изготовление.

Как часто и справедливо утверждает-ся, звучание штатной магнитолы автомобиля может порадовать только неискущённого слушателя. На практике оказывается, что в большинстве случаев реальное значение выходной мощности УМ магнитолы не превышает 20 Вт на канал при нагрузке сопротивлением 4 Ом, а при работе от аккумулятора мощность падает до 16 Вт.

Собственно, даже при такой мощности можно качественно озвучить любой салон автомобиля, если бы не пик-фактор музыкальных сигналов, достигающий в отдельных композициях 20...25 дБ. Так, встроенный УМ автомагнитолы без ограничения динамического диапазона может выдать до 5 Вт на канал. Учитывая качественный рост параметров современных УМ, вопрос

ключать же УМ к выходам встроенного в магнитолу усилителя, на мой взгляд, нецелесообразно.

Предлагаемое устройство обладает минимальной функциональностью, однако имеет ряд положительных признаков: мощный нестабилизированный источник питания, хороший УМ, минимальный размер корпуса, отсутствие низкокачественных компонентов входного активного фильтра. Номинальное напряжение питания составляет ± 25 В, что даёт возможность повысить мощность на нагрузке 4 Ом до 78 Вт.

В отличие от многих конструкций, описанных в Интернете, этот двухканальный УМ собран в стандартном, доступном и недорогом алюминиевом корпусе фирмы Gainta, показанном на рис. 1. Ширина (размер L на рис. 1) — 100 мм.



Рис. 1,а

модернизации тракта воспроизведения упирается в физическое ограничение динамического диапазона максимальной выходной мощностью встроенных УМ, а возможности его расширения исчерпаны производителями аппаратуры. Вследствие высокого уровня зашумления (в том числе и извне) в автомобиле динамический диапазон значительно сужается. Шумоизоляция кузова и повышение уровня звукового давления АС помогают увеличить динамический диапазон прослушивания.

Установка внешнего УМ на начальном этапе модернизации является, на мой взгляд, наименее трудозатратной. Необходимо заметить, что доработку автомобильной аудиосистемы нужно начинать с установки более качественной фронтальной АС.

Современные мультимедийные устройства для автомобилей оснащены линейными выходами для подключения внешних усилителей. Промышленность предлагает много высококачественных автомобильных УМ, однако их высокая стоимость является существенным ограничением при модернизации. Под-

Размеры основной платы — 93,6×96 мм, что позволяет вставить её в специальные пазы корпуса. Приоритет в проекте отдан компактности устройства, поэтому применены детали поверхностного монтажа.

УМ проектировался под конкретный проигрыватель компакт-дисков, для которого номинальная нагрузка линейного выхода — 10 кОм. Устройство состоит из нестабилизированного преобразователя напряжения (ПН) и УМ на двух микросхемах TDA7293 (или TDA7294 с учётом различий в цоколёвке), а также узла управления по внешнему сигналу Remote сигналом STBY усилителя.

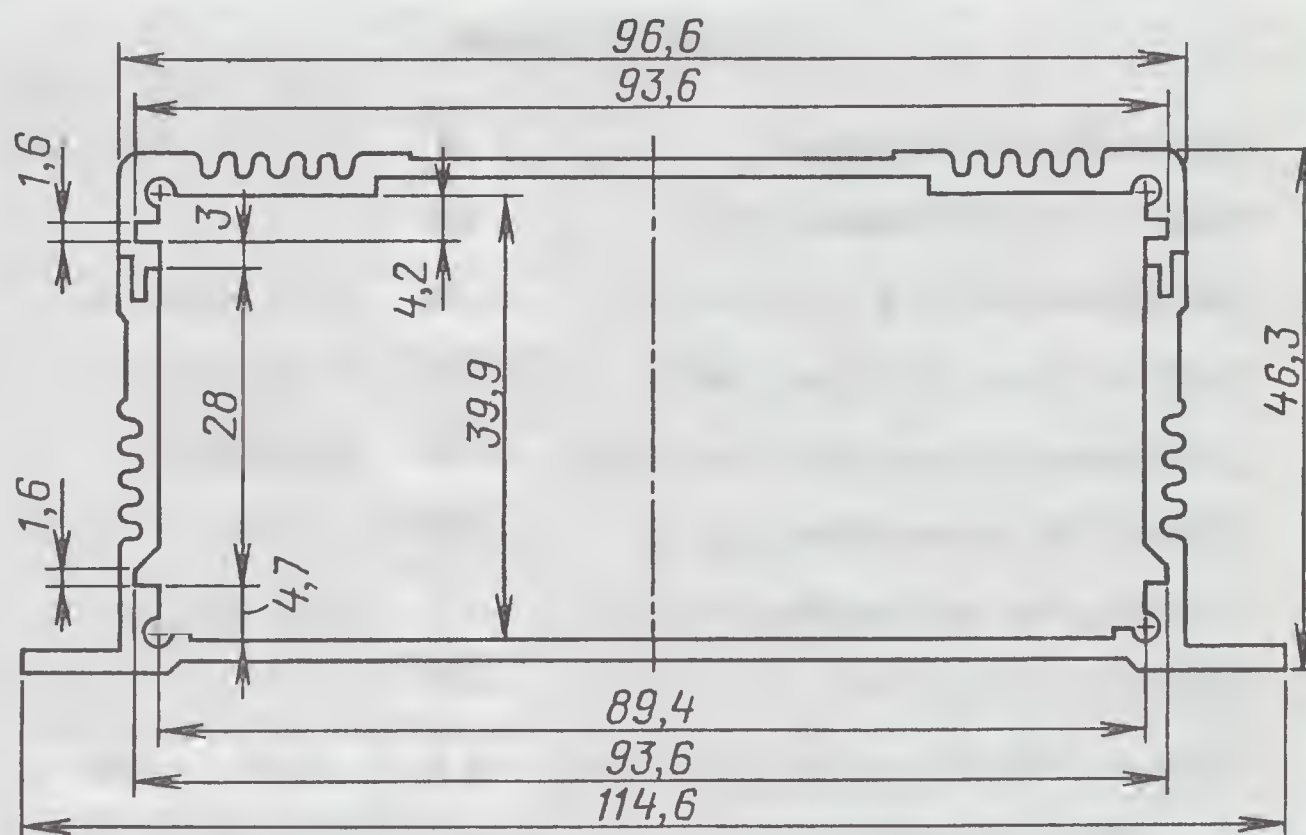


Рис. 1,б

Схема усилителя показана на рис. 2. Преобразователь с функцией плавного пуска собран на микросхеме TL494 и полевых транзисторах. Габаритная мощность трансформатора — около 300 Вт, и применение двух пар транзисторов в каждом плече преобразователя позволяет отдавать в нагрузку большую мощность. Расчёт трансформатора и выбор магнитопровода проводился с использованием полезной бесплатной программы EXCELLENIT5000 [1]. Существует мнение, что УМ с импульсным БП без стабилизации обеспечивают звучание лучше, чем со стабилизированным БП. В цепях затвора мощных транзисторов преобразователя включены резисторы (47 Ом), что сужает спектр помех, создаваемых инвертором. На меньшей плате размещены узел управления включением и контроллер ПН, на большей — ПН и УМ. Выходные цепи ПН гальванически не связаны с первичным источником питания.

Для включения УМ необходимо наличие напряжений питания 12 В и напряжения управления более 9 В на входе ДУ. Напряжение с входа ДУ через стабилитрон VD1 и резистор R7 поступает на базу транзистора VT2 и открывает его. Конденсатор C5 служит для задержки включения УМ и фильтрации помех по входу ДУ, резистор R8 обеспечивает минимальный ток для работы стабилитрона VD1. Транзистор VT2 открывается, и на его коллекторе устанавливается напряжение около 0,7 В, загорается светодиод HL1 и открывается транзистор VT1, который подаёт питание на микросхему DA1 и запускает ПН. Резистор R5 необходим для поддержки закрывающего напряжения на базе VT1 в отсутствии сигнала управления, а R6 — для ограничения максимального тока транзистора VT2. При наличии вторичного напряжения ПН напряжение с эмиттера VT1 через R1 поступает на

излучающий диод оптопары U1, и он засвечивает фототранзистор оптопары.

При подаче напряжения на микросхему DA1 на её выходе (вывод 14) появляется напряжение 5 В, которое через конденсатор C3 поступает на вывод 4 управления шириной импульсов TL494. По мере зарядки C3 напряжение на выводе 4 уменьшается за счёт

нагружающего резистора R2, а ширина импульсов на выводах 9, 10 увеличивается. Так организован плавный пуск ПН. Резистор R2 необходим также для предотвращения зарядки конденсатора C3 вытекающим током из микросхемы (от 2 до 10 мА). Встроенные усилители ошибки в TL494 не использованы, на неинвертирующие входы 2, 15 DA1 подано напряжение ИОН, равное 5 В, с вывода 14, а инвертирующие входы подключены к общему проводу ПН. Резисторы R3, R4 и конденсатор C4 задают частоту переключения ПН около 50 кГц. Место под резистор R4 зарезервировано на плате для возможной коррекции частоты работы ПН. Конденсаторы C2 и C1 блокируют ВЧ помехи. С выводов 9, 10 DA1 сигналы управления полевыми транзисторами (ПТ) через разъём XP/XS1 (ZL201-10G, ZL262-10SG производства NINIGI) подаются на основную плату УМ на затворы ПТ. На элементах R12, VD4, VT4 (R13, VD5, VT5) собраны цепи перезарядки ёмкости затворов ПТ. Резисторы R19—R22 снижают скорость переключения ПТ и уменьшают коммутационные помехи. ПТ попарно подключены к первичной обмотке трансформатора T1, на среднюю точку которой поступает напряжение бортовой сети автомобиля через плавкую вставку FU1 и П-образный фильтр C6C7L1C10C13C14C18. Конденсаторы C10, C13, C14, C18 подключены в непосредственной близости от средней точки обмотки I трансформатора T1 для снижения помех. Диод VD2 служит защитой от обратной полярности питания.

Переменное напряжение с вторичной обмотки T1 выпрямляется диодными сборками VD7, VD8, фильтруется конденсаторами C20—C23 и далее поступает на микросхемы УМЗЧ. Кроме того, напряжение +24 В через резистор R14 поступает на транзистор оптопары

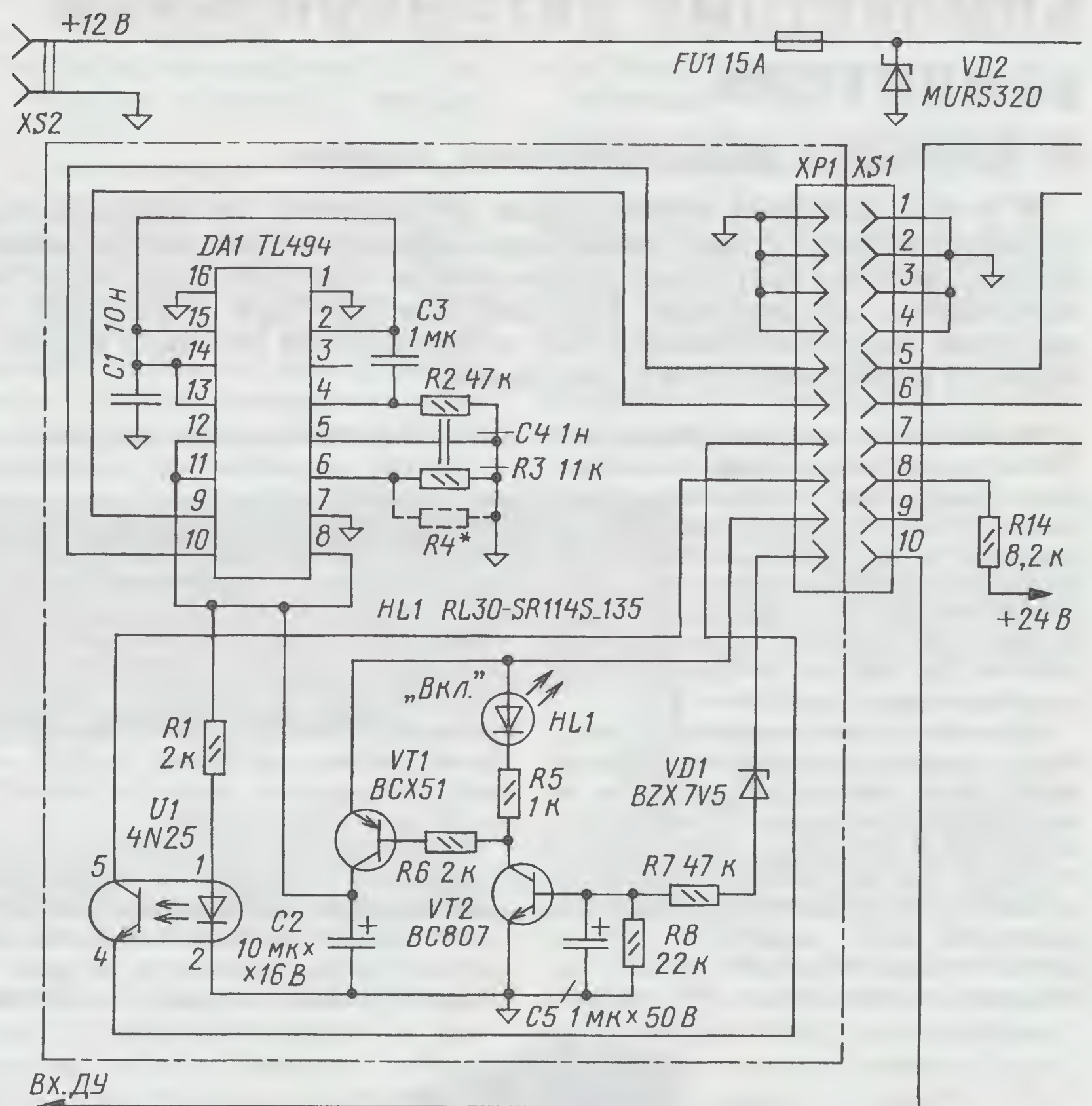


Рис. 2

U1 и при наличии напряжения на входе ДУ устройства поступает на базу транзистора VT3. Элементы R9, VD3, VT3 необходимы для обеспечения быстрой разрядки конденсаторов в цепях STBY, MUTE микросхем DA2, DA3 после пропа-

дания сигнала ДУ. Связано это с тем, что при выключении магнитолы на её линейных выходах появляются значительные всплески напряжения, которые приводят к щелчкам в АС. В большинстве самодельных устройств сигналы

Исходные данные

	мин.	ном.	макс.
Индукция, максимальная, Т	0.187	0.112; 0.129; 0.143	
Частота преобразования, кГц	54		
Рабочее время (duty cycle), макс.	0.44	● TL494 и т.п.	
Мертвое время (dead time), мксек	1.111	○ Другие	
Сопротивление канала Rds(on), Ом	0.004	● Rds(on)	
Напряжение насыщения Uнас., В	0.054	○ Uнас.	
Коэффициент заполнения окна	0.3	0.121 (расчет)	
Плотность тока, А/мм ²	5.5		
Питание (мин., ном., макс.), В	11.6	13.4	14.8

Инициализация...

● Постоянное ○ Сетевое

Выходные характеристики преобразователя

Стабилизация выходов	1.	2.	3.	4.	5.
Номинальное напряжение, В	24				
Номинальный ток, А	3				
Минимальный ток, А	1				

Рис. 3

Схема преобразователя

☒ Пуш-пул
 ☐ Полумостовая
 ☐ Мостовая

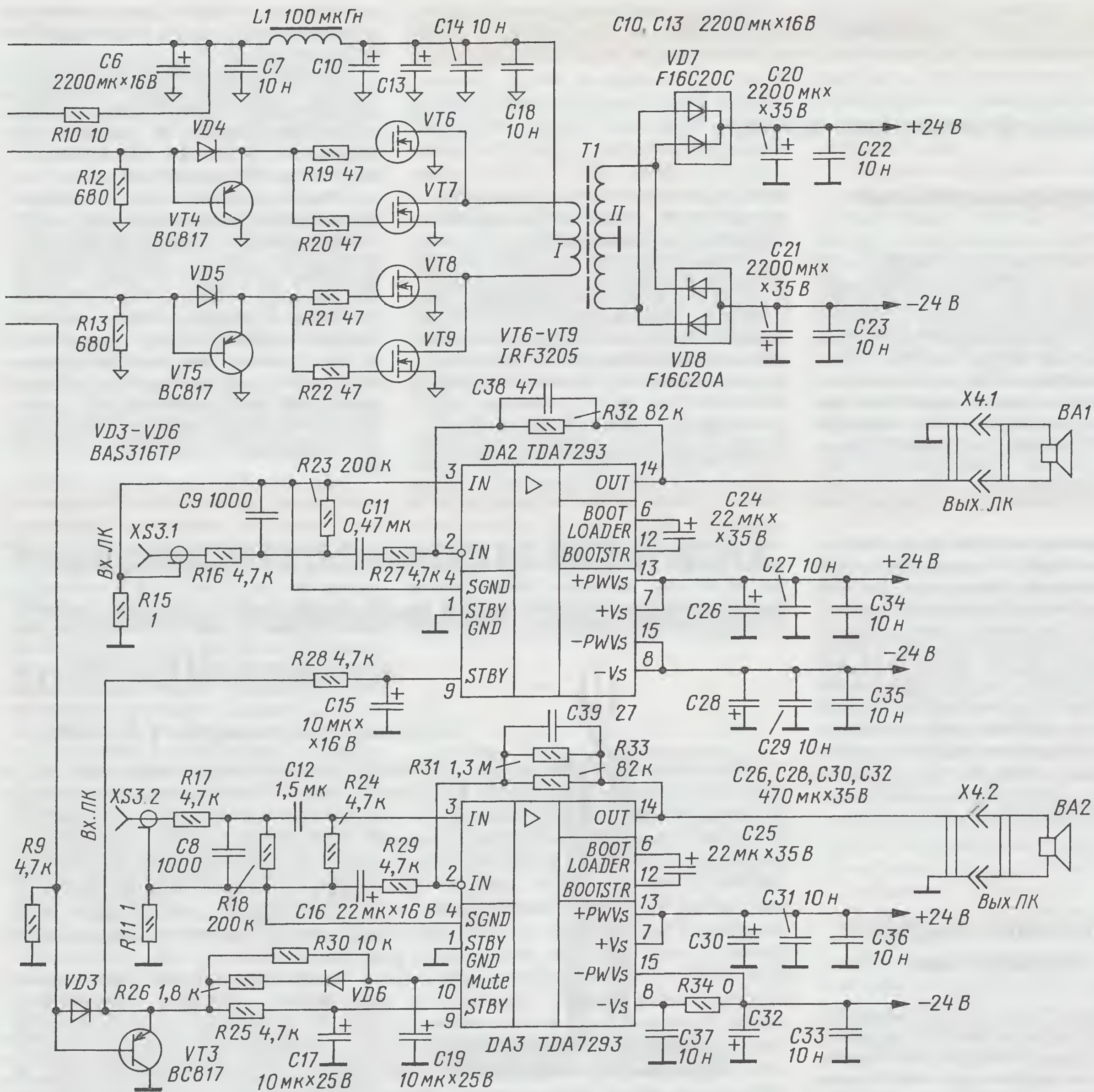
Результаты расчета

Габаритная мощность трансформатора	416.2 Вт
Потребляемая нагрузкой мощность	155.0 Вт
Мощность потерь в магнитопроводе	0.658 Вт
КПД без учета потерь в обмотках	96.934 %
Индуктивность первичной обмотки	61.0 мкГн
Ток намагничивания первичной обмотки	0.892 А
Амплитуда тока первичной обмотки	14.392 А
Ток потребления	11.929 А

Число витков первичной обмотки	4 + 4(3.48)
Диаметр провода первичной обмотки	0.51 x 8
Диаметр провода по скин-эффекту	0.568 мм

Выходные характеристики преобразователя

Число витков	Диаметр мм x число жил	Напр. мин, В	Напр. ном, В	Напр. макс, В
1. 9 + 9(8.38)	0.51 x 3	22.3	25.8	28.6



STBY, MUTE формируют через ограничительный резистор, подключённый к плюсовой цепи питания, поэтому при выключении магнитолы УМ не переходит в режим STBY до разрядки конденсаторов в цепи питания. В этой же конструкции УМ выключается фактически сразу после пропадания сигнала ДУ с магнитолы.

Для обеспечения симметричности нагрузки на ИП и для возможности работы в мостовом режиме один канал УМ работает в инвертирующем режиме. Для минимизации помех, вносимых падением напряжения на "силовых" проводах, общие провода сигнальных и питающих цепей соединяются только в слаботочной части через резисторы R11, R15. Элементы R16, C9, R23, C11, R27 и R32 (R17, C8, R18, C12, R24, R29 и R31, R33) образуют фильтры, ограничивающие полосу, и задают коэффициент усиления каналов. Так как включение микросхем DA2, DA3 различно,

для выравнивания усиления в каналах можно корректировать общее сопротивление резисторов ООС (R31 и R33). Места для резистора R31 на плате нет, в случае необходимости его устанавливают поверх R33. В симуляции микросхем в виде ОУ в программном пакете Microcar 9 сопротивление этого резистора оказалось 80 кОм.

Спад в области НЧ (–3 дБ на частоте 17 Гц) обусловлен областью применения УМ. Во-первых, фронтальные АС вследствие размера и свойств акустического оформления сильно снижают КПД на низких частотах; во-вторых, результирующая АЧХ в салоне автомобиля обычно имеет подъём в области НЧ на несколько децибел.

Трансформатор собран на тороидальном магнитопроводе Ерсос 29,5×19×20 (В64290-Л756-Х87) из материала N87. Первичная обмотка имеет 8 витков провода диаметром 0,51 мм, сложенного в восемь жил, с отводом от

середины. Исходные данные и результаты расчёта приведены на рис. 3. Вторичная обмотка содержит 18 витков того же провода, сложенного в три жилы, с отводом от середины. Витки равномерно распределены по периметру кольца. Дроссель L1 намотан на кольцевом магнитопроводе размерами 23×14×9,5 мм из порошкового железа Т90-52 Micrometals и содержит восемь витков провода ПЭВ 0,51, сложенного в восемь жил. Индуктивность дросселя может и отличаться, важно лишь помнить, что перегрев свыше 75 °С для такого дросселя недопустим.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сборник программ Владимира Денисенко для расчёта трансформаторов и дросселей. — <<http://stoom.ru/content/view/307/110/>>.

(Окончание следует)

К. МОРОЗ, г. Белебей, Башкортостан

Удаление следов клея

Современные самоклеящиеся наклейки (с названием товара, его ценой, штрих-кодом и т. д.) после удаления нередко оставляют на поверхности изделия следы в виде тонкого слоя синтетического клея. Удалить его — задача непростая. Растворители применять нельзя из-за опасности повреждения лакокрасочного покрытия или пластмассовой поверхности, к тому же разные производители используют разные клеи, моющие средства обычно оказываются неэффективными.

Я предлагаю простой механический способ удаления следов клея. Для этого на липкую поверхность наносят неабразивное порошкообразное вещество, например, муку тонкого помола (высшего сорта) или крахмал, а затем мягкой карандашной резинкой (ластиком) стирают клей. Под воздействием порошка он теряет клеящую способность и скатывается в виде тонких жгутиков. Периодически добавляя порошок, удаляют остатки клея. Остатки протереть очищенную поверхность влажной салфеткой.

* * *

Изготовление штыревого теплоотвода

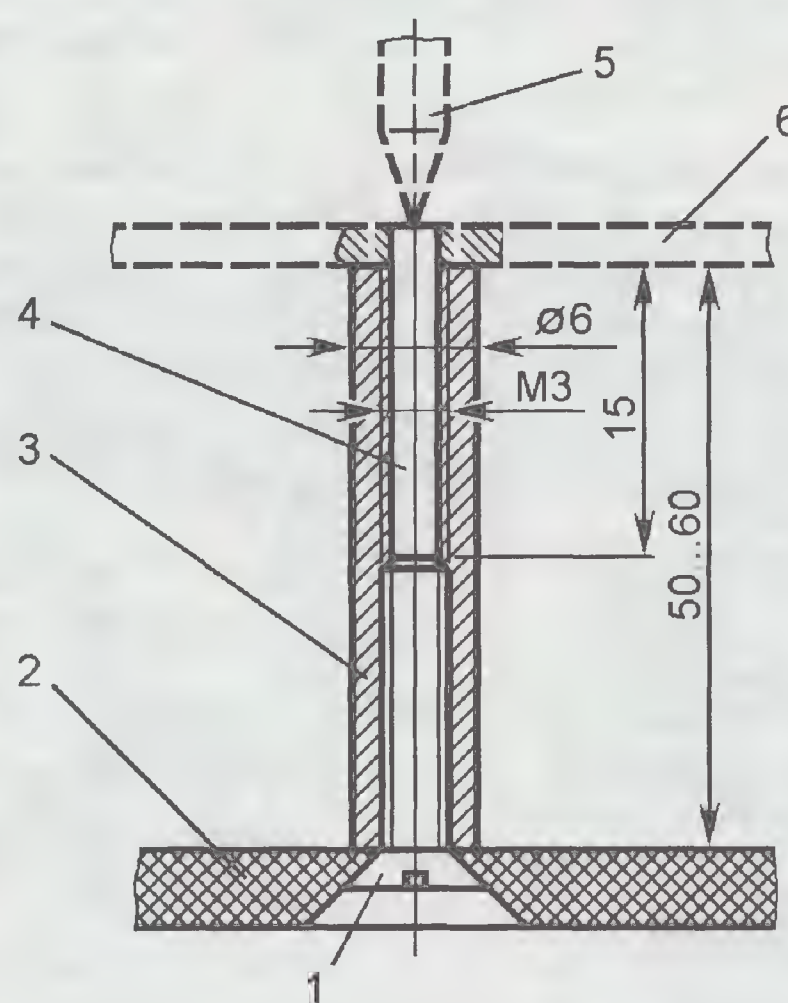
Для отвода тепла от полупроводниковых приборов многие радиолюбители в своих конструкциях используют теплоотводы в виде пластины из листового алюминиевого сплава толщиной 2...5 мм. Иногда при налаживании или модернизации устройства выясняется, что площадь охлаждающей поверхности теплоотвода недостаточна — он и полупроводниковый прибор нагреваются до слишком высокой температуры. Увеличению размеров теплоотвода препятствуют размеры платы, на которой он установлен, или корпуса, куда помещено устройство.

Увеличить площадь охлаждающей поверхности теплоотвода можно, например, снабдив его штырями, ведь зачастую вокруг теплоотвода имеется достаточный объём для размещения теплорассеивающих элементов.

Способы изготовления штыревого теплоотвода путём опрессовки штырей в пластину уже описывались в журнале "Радио" [1, 2], но они рассчитаны на применение специального инструмента, требующего выполнения токарных работ и термообработки. Предлагаемый способ, который я

использую свыше 20 лет, значительно проще и не требует использования станочного оборудования.

Устройство приспособления для заделки штырей в пластину теплоотвода показано на рисунке. Оно состоит из основания 2 (пластина размерами примерно 50×50 мм из гетинакса или другого достаточно прочного материала толщиной 3...4 мм) и закреплённой на нём винтом 1 (М3) резьбовой стойки 3 высотой 50...60 мм. Когда-то я извлёк её из какой-то аппаратуры (она использовалась для межплатного соединения), теперь такие втулки можно приобрести в магазине. Длина винта должна быть такой, чтобы на конце стойки образовалось глухое отверстие глубиной около 15 мм. Именно такой длины будет выступающая часть штырей из алюминиевой проволоки, которыми



предполагается снабдить пластинчатый теплоотвод.

Вначале, исходя из свободных объёмов вокруг теплоотвода, установленного на плате, и минимального расстояния от штыря до близко расположенных деталей (5 мм), определяют места установки штырей, решают, с одной или с обеих сторон пластины они будут размещены. Для этого выполняют прикидочный расчёт. Площадь одного штыря диаметром 2,5 и длиной 15 мм — примерно 1 см². При естественной конвекции 10 см² площади теплоотвода рассеивают примерно 1 Вт тепловой мощности. Зная из расчёта (или определив экспериментально) рассеиваемую на полупроводниковом приборе мощность, определяют недостающую площадь теплоотвода как разность между потребной площадью и имеющейся. Численное значение этой площади в квадратных сантиметрах

равно числу штырей. Для повышения надёжности это число рекомендуется увеличить на 20 %.

Далее на поверхность теплоотвода в местах предполагаемой установки штырей наносят сетку с шагом 10 мм, в местах пересечения её линий делают кернером углубления и сверлят отверстия диаметром 2,5 мм.

Штыри изготавливают из алюминиевой проволоки диаметром 2,4 мм, применяемой в проводах марки АС от воздушных линий электропередач. Положив на стойку 3 шайбу толщиной, равной толщине пластины теплоотвода 6, вводят в отверстие алюминиевую проволоку до упора в винт 1, бокорезами над шайбой откусывают заготовку штыря 4 и плоским надфилем подравнивают её торец. Заготовив необходимое число штырей, приступают к сборке теплоотвода.

Для этого штырь 4 вставляют в отверстие стойки 3, смазывают выступающий конец теплопроводящей пастой (например, КПТ-8) или консистентной смазкой ЦИАТИМ и, надев на него пластину теплоотвода 6, лёгким ударом молотка раскернивают торец штыря в отверстии пластины. В качестве кернера 5 я применяю дюбель-гвоздь от строительного пистолета. Алюминий — металл весьма податливый, и при раскернивании штырь увеличивается в диаметре, надёжно фиксируясь в пластине теплоотвода, а теплопроводящая паста снижает тепловое сопротивление в месте соединения. Так, поочередно, устанавливают на место все штыри. С односторонне расположенными штырями площадь теплоотвода можно увеличить до 50 %. Собранный теплоотвод очищают от излишков теплопроводящей пасты кистью с длинной щетиной.

Аналогично устанавливают штыри на другой стороне теплоотвода. Разметочную сетку, по которой сверлят отверстия, в этом случае смещают на 5 мм относительно сетки на противоположной стороне. Выбирать шаг установки штырей меньше 8 мм нецелесообразно из-за ухудшения циркуляции воздуха, удлинять штыри более чем на 5 мм также не следует из-за снижения эффективности теплопередачи длинного алюминиевого штыря.

Если для изготовления штырей использовать медный провод соответствующего диаметра (например, марки ПБД), то благодаря более высокой теплопроводности меди длину штырей можно увеличить до 40 мм, при этом площадь поверхности штыря возрастёт до 3 см². В этом случае пластину теплоотвода должна быть медной, толщиной не менее 4 мм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корнеев В. Теплоотводы для полупроводниковых приборов. — Радио, 1975, № 2, с. 54.
2. Башин А. Самодельный штыревой радиатор. — Радио, 1980, № 4, с. 61.

РОССИЯ

Анонсированное ещё в прошлом году отключение части средневолновых, а также всех длинноволновых и коротковолновых передатчиков "Радио России" состоялось 9 января, после завершения "зимних каникул" (ранее анонсировалось, что это произойдёт с 1 января 2014 г.).

Наверное, когда-нибудь этот день назовут крахом российского радиовещания. Вероятно, станут известны и имена людей, предложивших такую "замечательную" идею экономии бюджета.

На момент подготовки материала к печати на всём участке длинноволнового диапазона работает всего одна российская радиостанция, транслирующая программу "Кавказ" на частоте 171 кГц. Вещание "Радио России" на зарубежье и внутри страны на коротких волнах полностью прекращено. Средневолновые передатчики пока что в основной своей массе затронуты не очень сильно.

Министерство связи и массовых коммуникаций РФ опубликовало приказ, в соответствии с которым Роспечати поручено осуществить мероприятия, направленные на ликвидацию Российской государственной радиовещательной компании "Голос России".

24 января Госдума приняла сразу в трёх чтениях закон о передаче бюджетных денег РИА "Новости" и радиостанции "Голос России" новому информгентству "Россия сегодня". Предполагается, что процесс реорганизации завершится в начале марта (источники: <http://www.rosbalt.ru/main/2013/12/24/1215286.html>, <http://www.rosbalt.ru/main/2014/01/24/1225222.html>).

За шумной кампанией по отключению передатчиков "Радио России" гораздо менее заметно другое событие — отключение от эфира по решению ВГТРК радиостанции "ЮФМ" (та самая, что в свои лучшие годы называлась "Юность"). Сама станция ранее анонсировала свой предстоящий уход в Интернет начиная с первых чисел нового года.

Напомним, что в последние годы "ЮФМ" (входит в состав Всероссийской государственной телерадиокомпания) вещала только в УКВ-диапазоне, и отключение её передатчиков состоялось, как и у "Радио России", 9 января 2014 г. Поклонники станции не сдаются и даже объявили сбор подписей в Интернете за возвращение эфирного вещания (подробнее: http://onair.ru/main/enews/view_msg/NMID_47539/).

МОСКВА. С 13 января 2014 г. радиостанция "Весна FM" прекратила свою работу в московском эфире. Она практически исчезла ещё до Нового года, но в праздничные дни велось техническое

вещание. "Весна FM" начала вещание 9 сентября 2013 г., а уже 31 декабря того же года радиоведущие попрощались со слушателями (источник: http://www.radioportal.ru/news_radio/18981/vesna-umerla-pod-novyi-god).

МОСКОВСКАЯ ОБЛ. С 1 января 2014 г. радиостанция "Радонеж" прекратила вещание на частоте 846 кГц, что связано с расформированием радиопередающего центра в пос. Псарьки Ногинского района. Антенны и передатчик здесь будут демонтированы, а земля передана в государственную собственность. На освободившейся территории предполагается строительство жилого микрорайона.

Ранее с этого передатчика были отменены трансляции ГТРК "Голос России" и радиостанции "Подмосковье". Радиостанцию "Радонеж" в Москве и Московской области в настоящее время можно принимать на частоте 72,92 МГц, а также на средневолновой частоте 612 кГц (источник: <http://radonezh.ru/84143>).

Государственная компания "Российские автомобильные дороги" ("Росавтодор") планирует в 2014 г. запустить собственную радиостанцию. Слушателей будут информировать о ситуации на дорогах России. Проект планируют начать с трассы федерального значения М-4 ("Дон"). Эксперты отметили, что появление новой специализированной радиостанции пойдёт на пользу слушателям и не отнимет аудиторию известных российских радиостанций для автовладельцев (источник: <http://nsn.fm/2014/01/22/romantika-dorog-v-rossii-poyavitsya-novoe-radio-dlya-avtolyubitelej/>).

АСТРАХАНСКАЯ ОБЛ. К региональной сети вещания "Love Radio" присоединился г. Ахтубинск, частота вещания — 99,5 МГц. В областном центре с первых дней нового года на частоте 91,4 МГц появились передачи радиостанции "Спорт FM".

БАШКИРИЯ. В самый последний день ушедшего года в столице Башкирии г. Уфе на частоте 105 МГц горожане услышали позывные новой радиостанции — "Радио Дача" (источник: http://bashmedia.info/kultura/v_ufe_poyavilos_novoe_radio/).

ВОРОНЕЖ. В этом городе на частоте 99,9 МГц вышла в эфир радиостанция "Радио Мир". Мощность передатчика — 1 кВт.

ИРКУТСК. В конце декабря 2013 г. в г. Иркутске на частоте 107,5 МГц началось вещание "Радио Дача".

КАРЕЛИЯ. На частоте 102,2 МГц, ранее принадлежавшей радиостанции "ЮФМ", в г. Петрозаводске с 9 января 2014 г. началась трансляция передач "Радио России" с местными врезками "Радио Карелии". По сообщению ведущего "Радио Карелии", мощность передатчика была увеличена до 5 кВт.

КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ. Радиостанция "Радио Дача" начала работу в г. Апшеронске, частота вещания — 96,3 МГц.

ПРИМОРСКИЙ КРАЙ. К региональной сети вещания "Радио Дача" присоединился г. Арсеньев, частота вещания — 107,5 МГц. Помимо указанной, в этом городе работают следующие радиостанции: на частоте 68,6 МГц — "Радио России" и включение "Приморского радио"; на частоте 95,8 МГц — "Love Radio"; на частоте 101,1 МГц — "Радио Шансон"; на частоте 102,1 МГц — "Европа плюс"; на частоте 102,8 МГц — "Авторadio"; на частоте 104,1 МГц — "Русское радио"; на частоте 104,6 МГц — "Vladivostok FM" (информация получена от жителя этого города Игоря Ашихмина).

ПСКОВ. С 1 января 2014 г. на частоте 102,6 МГц впервые в регионе зазвучали передачи общественно-политической радиостанции России "Эхо Москвы". Станция существует с августа 1990 г. и осуществляет непрерывное круглосуточное вещание в более чем 40 регионах нашей страны. Проект ориентирован на активных граждан, предпочитающих получать оперативную информацию о последних событиях политической и социально-экономической жизни страны.

Вещание радиостанции "Эхо Москвы" в регионе организует и осуществляет медиа-холдинг "Гражданская пресса". Объём собственной местной информации в эфире составит около 20 ч. Первый месяц станция будет работать в тестовом режиме, транслируя федеральный информационный продукт с постепенным добавлением регионального контента (источник: <http://pln-pskov.ru/society/157177.html>).

РОСТОВ-НА-ДОНУ. Позывные "Первого доброго радио" зазвучали в Ростове-на-Дону на частоте 90,6 МГц в самом конце 2013 г. Теперь у жителей этого мегаполиса появилась возможность стать частью многонациональной аудитории радиостанции "Мир".

РЯЗАНЬ. Федеральная конкурсная комиссия по телерадиовещанию приняла решение предоставить частоту 96,5 МГц в г. Рязани для вещания "Радио Дача". Информация об этом размещена на официальном сайте Роскомнадзора. Планируется, что станция будет вещать ежедневно и круглосуточно (источник: http://7info.ru/index.php?part=news&root=show_news&id_news=144855).

СВЕРДЛОВСКАЯ ОБЛ. К региональной сети "Love Radio" присоединился г. Верхняя Салда, частота вещания — 100,7 МГц. Помимо этого, "Love Radio" в настоящее время транслируется ещё в пяти городах Свердловской области: Артемовский, Краснотурьинск, Первоуральск, Каменск-Уральский и Лесной.

ТУЛЬСКАЯ ОБЛ. В г. Туле, как и во многих городах России, начала работу радиостанция "Спорт FM". Слушать её можно будет на частоте 90,7 МГц.

ЧУВАШИЯ. В конце 2013 г. в столице Чувашии г. Чебоксары в тестовом режиме на частоте 100,7 МГц также началось вещание новой для региона радиостанции "Спорт FM".

СЕТЕВЫЕ РАДИОСТАНЦИИ

Уже в нескольких номерах журнала мы печатаем информацию об одной из самых массовых и динамично развивающихся радиостанций "Спорт FM". С 1 января 2014 г. эта станция, ранее известная как "Радио Спорт", меняет облик и становится по-настоящему общенациональной. Её новое название "Спорт FM", логотип и слоган "События в динамике" призваны подчеркнуть живой, актуальный, лишённый официоза характер программ радиостанции. По состоянию на конец января сеть станции расширилась более чем на 30 городов, и почти каждый день подключаются новые. Уже идёт вещание в крупных центрах России: Красноярске,

Нижегород, Уфе, Волгограде, Воронеже, Новосибирске, Самаре, Тюмени, Владивостоке, Иркутске (источник: http://www.radioportal.ru/news_radio/18982/sport-fm-novayatsionalnaya-radioset). Полный список городов и частот радиостанции "Спорт FM" (регулярно обновляемый) опубликован на сайте <http://sportfm.ru/programs/cities>.

ЗАРУБЕЖНЫЕ СТРАНЫ

МОЛДАВИЯ. "Radio Moldova Actualități" (по-русски: "Радио Молдова 1") работает на частотах 873 и 1494 кГц с 04.00 до 20.00. На русском языке транслируются новости в следующих временных блоках: 07.00—07.10 (с поне-

дельник по субботу), 09.00—09.05 (ежедневно), 12.00—12.10 (с понедельника по субботу), 12.00—12.05 (по воскресеньям), 16.00—16.10 (ежедневно), 19.00—19.15 (понедельник) и 19.00—19.30 (вторник — пятница). С 19.15 до 19.30 по понедельникам передаётся программа на русском языке "Приднестровские диалоги", подготовленная радиостанцией "Свободная Европа".

ХОРВАТИЯ. 1 января 2014 г. прекращено вещание радиостанции "Голос Хорватии" на частоте 1134 кГц (мощность 600 кВт), ранее она работала в эфире с 17.00 до 23.45. Таким образом, Хорватия больше не представлена на средних волнах (источник: http://www.oiv.hr/tvrtka/vijesti/vijest_en.aspx?id=1218).

УКВ-приставка к приёмнику ВЭФ-12

Ю. БЕЛАВЕНЦЕВ, г. Железногорск Красноярского края

В радиовещательном диапазоне 88...108 МГц (УКВ-2 или, как его ещё называют, FM-диапазон) в настоящее время работают много радиостанций (в крупных городах их число достигает нескольких десятков). К сожалению, отечественные радиоприёмники выпуска прошлых лет не рассчитаны на приём передач в этом диапазоне. Возможный выход из положения — изготовление УКВ-приставки (по сути, высокочастотного ЧМ-тракта) или (если в приёмнике имеется диапазон УКВ-1) конвертора, что под силу далеко не всем. Но есть и другой путь, воспользоваться которым может даже человек, мало знакомый с радиоприёмной техникой.

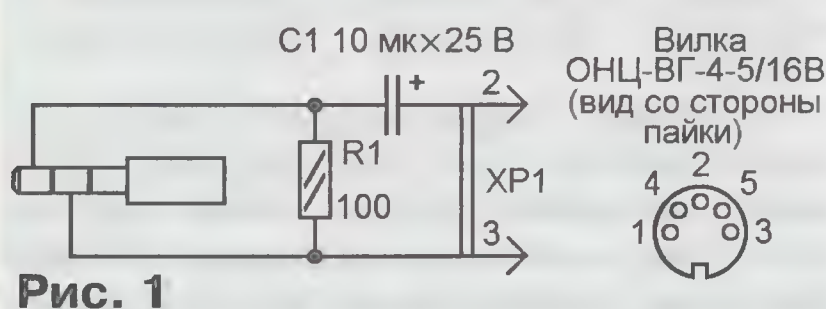


Рис. 1

В продаже имеются множество миниатюрных импортных радиоприёмников и так называемых MP3-плееров, в которых предусмотрен приём передач радиостанций диапазона УКВ-2. Если выход такого аппарата, рассчитанный на подключение головных телефонов, подсоединить к входу усилителя ЗЧ любого отечественного приёмника, то станет возможным громкоговорящий приём в диапазоне УКВ-2. Иными словами, всё, что необходимо сделать, — это изготовить соединительный кабель со штекером для подключения к миниатюрному аппарату с одной стороны и разъёмом для подключения к входу усилителя ЗЧ старого приёмника с другой.

Схема такого кабеля показана на рис. 1. Для приёма в диапазоне УКВ-2 использован малогабаритный приёмник М-820 (китайского производства) вместе с отечественным приёмником ВЭФ-12, у которого имеется розетка

для подключения магнитофона. Отсутствие доработок приёмников позволяет, как и прежде, использовать каждый из них отдельно. Кроме того, по предлагаемой схеме в качестве источника сигнала может быть использован любой сотовый телефон, в котором предусмотрен приём УКВ-радиостанций.

Если у старого приёмника нет розетки для подключения внешнего источника сигнала, её нетрудно ввести. Обычно переменный резистор регулятора громкости (R1 на рис. 2) включён как делитель выходного напряжения детектора: один его вывод соединён с детектором, второй — с общим проводом, а вывод движка — с входом усилителя



Рис. 2

ЗЧ. При введении розетки XS1 (она может быть любого типа) для подключения приёмника с УКВ-диапазоном вывод переменного резистора R1, подключённый к выходу детектора, отсоединяют от последнего и соединяют с одним из гнезд розетки (второе подключают к общему проводу) и замыкающим контактом дополнительного переключателя SA1 (также любого типа). Его размыкающий контакт соединяют с общим проводом через резистор R2 такого же сопротивления, что и переменный, а подвижный контакт — с выходом детектора. После такой доработки в положении "1" переключателя вход усилителя ЗЧ будет отключаться от выхода детектора, что исключит помехи приёму в УКВ-диапазоне со стороны приёмного тракта старого приёмника, а в положении "2" — подключаться к нему, позволяя вести приём, как и до переделки.

МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА

Условия см. на с. 7

Наборы и гаджеты от "МАСТЕР КИТ" и других ведущих производителей — в ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНЕ "ДЕССИ":

— Универсальный автомобильный OBDII сканер с Bluetooth интерфейсом **MP9213BT** — 1183 руб.

— **ХИТ!** Универсальный автомобильный адаптер K- L-линии **USB BM9213** — 1296 руб.

— Переходник USB — COM (RS232C) **BM8050** — 605 руб.

— **ХИТ!** Импульсный микропроцессорный металлоискатель **BM8042** — 2111 руб.

— Универсальный импульсный металлоискатель **BM8044** — 4642 руб.

— Термостат **MP3303** под управлением Android — 1421 руб.

А ТАКЖЕ: Широкий выбор мультимедийных мини-компьютеров (размером с флэшку) на OS Android.

ЗВОНИТЕ! ЗАКАЗЫВАЙТЕ! По бесплатному междугородному номеру 8-800-200-09-34 с 9-30 до 18-00 MSK, по e-mail: zakaz@dessy.ru или на сайте www.dessy.ru

Будете в Москве — заходите! Всегда в наличии весь (а это свыше 650 наименований) спектр наборов "Мастер КИТ", Ekits и KitLab. Мы ждём Вас по адресу: г. Москва, ул. Большая Почтовая (вход с Рубцовской набережной), д. 34, стр. 6, офис 22. Рядом ст. метро "Электрозаводская".

* * *

СВЕТОДИОДНЫЕ ЛАМПЫ, СВЕТИЛЬНИКИ И ВСЁ ТАКОЕ...
www.new-technik.ru

* * *

Простой эстрадно-дискоточный усилитель 200/400 Вт:
конструктор — 500 руб.;
настроенный модуль — 900 руб.
Наложенным платежом.
630075, Новосибирск-75, а/я 63.
E-mail: zwuk-serwis@mail.ru
www.zwuk-serwis.narod.ru

Генератор "нарисованного" сигнала

А. ПИЧУГОВ, пос. Варгаши Курганской обл.

Сигнал на выходе этого генератора имеет форму, совпадающую с кривой, "нарисованной" пользователем на экране графического ЖКИ с разрешением 128×64 пкс. Такой генератор пригодится для проверки различных электронных приборов. С его помощью можно, например, подобрать форму сигналов самого необычного тембра для электромузыкальных инструментов.

Частоту повторения "нарисованной" кривой на выходе генератора можно менять от 0,2 до 7500 Гц и даже выше, если на экране нарисовать не один, а несколько периодов. Например, если нарисовать 64 импульса, то их частоту можно изменять примерно от 12,8 Гц до 470 кГц.

ский ЖКИ HG1 (MT-12864J-2FLA). Описание индикатора можно найти в [1], а особенности его стыковки с микроконтроллером — в [2].

Тактовая частота микроконтроллера 20 МГц задана кварцевым резонатором ZQ1. Цепь R1C1 предназначена для установки микроконтроллера в исходное состояние при включении питания, а диод VD1 обеспечивает быструю разрядку конденсатора C1 после выключения питания. Кнопками SB1—SB3 управляют генератором.

Двоичные коды хранящихся в памяти отсчётов "нарисованного" на экране ЖКИ сигнала микроконтроллер с заданной частотой выводит на выходы RA0—RA5. Резистор R2 служит нагрузкой

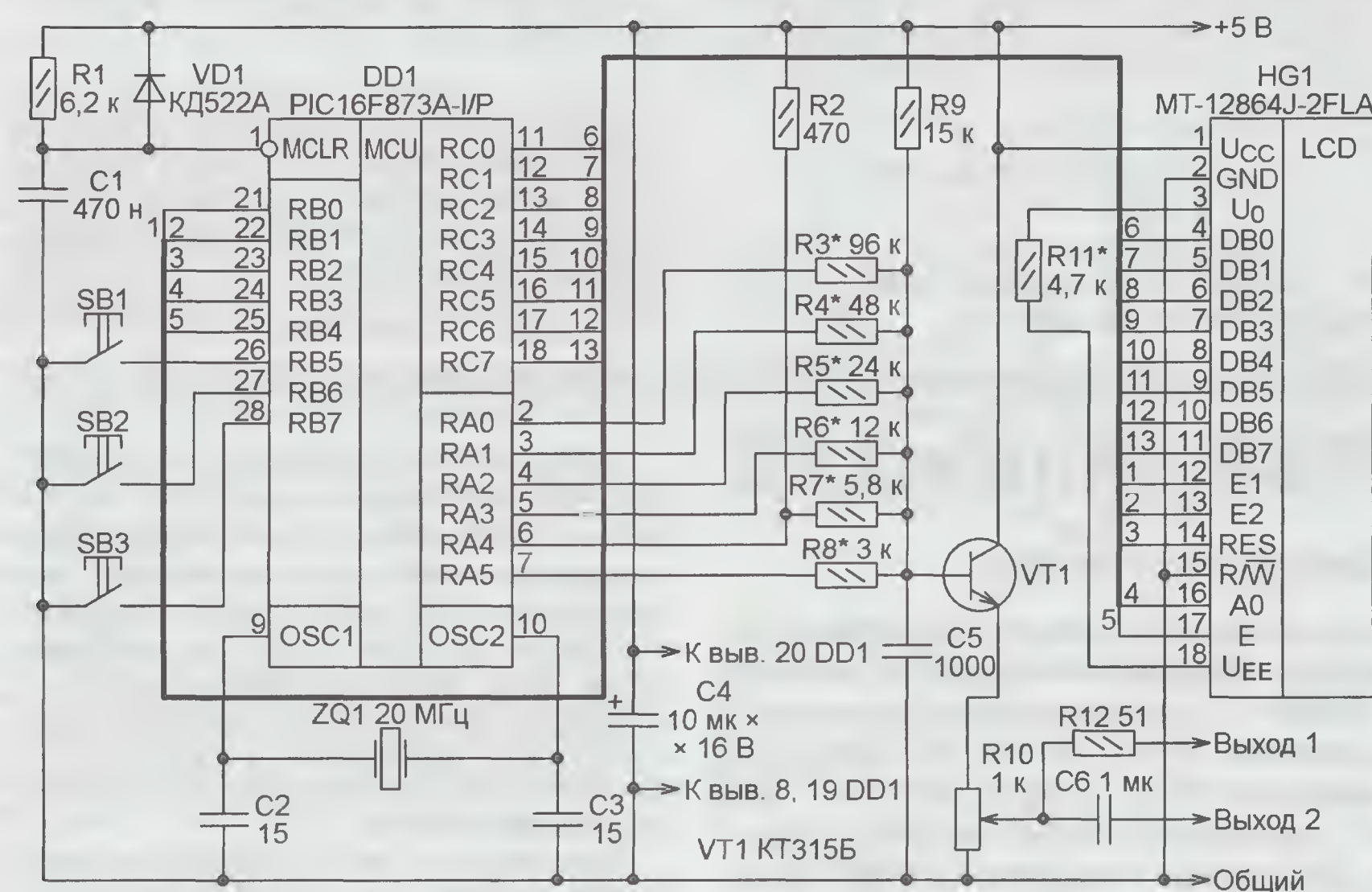


Рис. 1

Нижний край экрана индикатора соответствует нулевому напряжению на первом выходе генератора, а верхний — максимальному положительному, которое имеющимся в генераторе регулятором можно изменять от 0 приблизительно до +3,5 В. Сигнал на втором выходе отличается тем, что в нём отсутствует постоянная составляющая. Кроме того, на этом выходе при низкой частоте повторения кривой возможно искажение её формы.

Генератор можно питать от любого источника стабилизированного постоянного напряжения 5 В. Потребляет он всего 18 мА. В момент выключения питания форма имеющейся на экране кривой сохраняется в цифровом виде в энергонезависимой памяти микроконтроллера, а при его включении она восстанавливается.

Схема генератора показана на рис. 1. Основные его детали — микроконтроллер DD1 (PIC16F873A-I/P) и графиче-

выхода RA4, который, в отличие от других выходов микроконтроллера, выполнен по схеме с открытым стоком.

К выходам RA0—RA5 подключён преобразователь двоичного кода в пропорциональное его значению напряжение, собранный из резисторов R3—R8. Обратите внимание, что каждый из резисторов здесь имеет сопротивление, вдвое меньшее, чем предыдущий. Это необходимо для правильного преобразования и должно строго соблюдаться. Однако сопротивление резистора R7 немного меньше расчётного, равного 6 кОм, что частично компенсирует влияние резистора R2 на характеристику преобразования.

Резисторы R3—R8 указанного на схеме сопротивления необходимо подобрать с максимально возможной точностью из числа ближайших стандартных номиналов. Измерять их сопротивление в процессе подбора следует одним и тем же цифровым прибором.

Чем меньше требуемое сопротивление резистора, тем с большей точностью его нужно подбирать. Для облегчения подбора можно составлять каждый резистор из двух, соединённых последовательно. Один из них должен иметь сопротивление, близкое к требуемому, но меньшее его, а второй — добавлять оставшееся.

Эмиттерный повторитель на транзисторе VT1 устраняет влияние нагрузки генератора на работу преобразователя кода в напряжение. Резистор R9 устанавливает рабочую точку транзистора так, чтобы при низких уровнях напряжения одновременно на всех выходах RA0—RA5 напряжение на эмиттере транзистора было максимально близким к нулю, но он оставался в активном режиме. Этим устраняются искажения нижней (на экране ЖКИ) части "нарисованного" сигнала. Конденсатор C5 сглаживает ступеньки сформированного цифровым способом сигнала. При работе с низкочастотными сигналами его ёмкость может потребоваться увеличить в несколько раз, а с высокочастотными — уменьшить.

Переменным резистором R10 регулируют амплитуду выходного сигнала. Резистор R12 защищает транзистор от повреждения при случайном замыкании выхода 1 на общий провод, когда движок переменного резистора находится в верхнем по схеме положении. Конденсатор C6 не пропускает на выход 2 постоянную составляющую генерируемого сигнала.

Конденсатор C4 — блокировочный в цепи питания генератора, а подборкой резистора R11 добиваются наилучшей контрастности изображения на экране индикатора.

Генератор собран в корпусе размерами 80×60×24 мм и по конструкции аналогичен карманному осциллографу, описанному в [3]. Внешний вид генератора показан на рис. 2. При первом включении прибора с только что запрограммированным микроконтроллером в нижней части экрана ЖКИ будет выведена прямая линия. В дальнейшем — это кривая заданной в предыдущем сеансе работы формы.

Работу начинают с нажатия на одну из кнопок генератора. После нажатия на кнопку SB1 на выходах генератора появляется сигнал изображённой на экране формы. Нажатием на SB2 переходят в режим изменения его частоты, а нажатием на кнопку SB3 — в режим ввода или корректировки формы кривой на экране.

В режиме изменения частоты кнопкой SB1 уменьшают её значение, а кнопкой SB3 увеличивают его. Начальная частота равна 476 Гц. Всего имеются 511 фиксированных значений частоты, лежащих в указанном ранее диапазоне.

Сразу после входа в режим ввода и корректировки кривой условный курсор всегда находится на первой слева её точке. При нажатой кнопке SB3 точка перемещается вверх по экрану, а достигнув верхней границы экрана, появляется снизу. С отпуском кнопки точка останавливается. Установив в нужное положение первую точку, нажа-



Рис. 2

Рис. 3



тием на кнопку SB2 переходят ко второй, установив и её, переходят к третьей и так далее. За точкой 128 на правом краю экрана последует точка 1 на его левом краю.

Нарисовав описанным способом желаемую форму сигнала, включают генератор нажатием на кнопку SB1. При этом введенная кривая будет записана в энергонезависимую память (EEPROM) микроконтроллера. Поэтому после включения питания прибора и его нового включения повторно вводить её не придется.

Сигнал можно услышать в головных телефонах, подключив их к выходу генератора, или увидеть на экране осциллографа (рис. 3). Скорость развёртки осциллографа была установлена равной 0,2 мс/дел., а чувствительность его канала вертикального отклонения — 0,5 В/дел.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жидкокристаллический модуль MT-12864J. — <<http://www.melt.com.ru/files/file2150172.5.pdf>>.

2. Милевский А. Использование графического ЖКИ MT-12864A с микроконтроллером фирмы Microchip. — Радио, 2009, № 6, с. 28—31

3. Пичугов А. Карманный осциллограф. — Радио, 2013, № 10, с. 20, 21.

От редакции. Программа микроконтроллера имеется по адресу <ftp://ftp.radio.ru/pub/2014/03/genf.zip> на нашем FTP-сервере.

Программатор РПЗУ серии 27С

О. КОЛЬЧУРИН, г. Нижняя Тура Свердловской обл.

Этим программатором автор пользуется по мере надобности уже довольно продолжительное время. Микросхемы, для работы с которыми он предназначен, — РПЗУ с параллельным интерфейсом и ультрафиолетовым стиранием. Хотя они и не находят применения в современных коммерческих разработках, но имеются в многочисленном давно несущем свою службу промышленном оборудовании и "в закромах" радиолюбителей. Программатор подключают к COM-порту компьютера. Если в компьютере такого порта нет, можно использовать переходник USB-COM.

Схема программатора изображена на рис. 1. В нём нет труднодоступных и дорогих деталей. Микроконтроллер PIC16F628A-I/P (DD1), работая под управлением записанной в его память программы и взаимодействуя со специально разработанной компьютерной программой ProgRom27C (обе они имеются в приложении к статье), выполняет все функции по программированию и чтению содержимого памяти микросхемы РПЗУ, вставленной в панель XS2. Тактовую частоту микроконтроллера 4 МГц задаёт его внутренний тактовый генератор.

Для соединения программатора с компьютером использован кабель с разъёмом XS1 от мыши, подключаемый к COM-порту. Две микросхемы K561IE10 (DD2, DD3) образуют счётчик адреса ячейки памяти РПЗУ, содержимое которого инкрементируется по импульсам, формируемым микроконтроллером DD1

на выходе RB0 (выв. 6). Назначение узла на интегральном стабилизаторе DA1, стабилитроне VD5, транзисторе VT1 и диоде VD7 — формирование по командам микроконтроллера импульсов напряжения программирования, подаваемых на вывод 1 программируемой микросхемы, вставленной в панель XS2.

Транзисторы VT2 и VT4 согласуют уровни сигналов на линиях TXD и RXD COM-порта с уровнями сигналов, формируемых и принимаемых микроконтроллером. Сигнал, поступающий от компьютера по линии RTS COM-порта, устанавливает в исходные состояния микроконтроллер и счётчики DD2 и DD3 (через инвертор на транзисторе VT3). Стабилитрон VD8 ограничивает уровень сигнала RTS на входе MCLR микроконтроллера. Переключателем SA1 выбирают тип РПЗУ — в нижнем по схеме положении это 27C64 или 27C128, а в верхнем — 27C256.

Питается программатор переменным напряжением 12 В, 50 Гц (от не показанного на схеме понижающего трансформатора), его выпрямляет диодный мост VD1—VD4 и стабилизирует на уровне +5 В интегральный стабилизатор DA2. Конденсаторы C1—C3 — сглаживающие. К выходу выпрямительного моста подключён и рассмотренный выше формирователь программирующих импульсов.

Печатную плату программатора, изображённую на рис. 2, изготавливают из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита. На ней необходимо установить большое число перемычек из изолированного провода. Для микроконтроллера желательно предусмотреть панель. Стабилитрон VD8 монтируют параллельно резистору R7 на стороне печатных проводников.

Плата рассчитана на установку резисторов МЛТ-0,125 или подобных. Стабилизаторы 78L05 можно заменить на 7805, KP142EH5A или KP142EH5B, а с учётом цоколёвки транзисторы KT315Б — на аналогичные кремниевые малой мощности. Стабилитрон KC147Г может быть заменён другим маломощным с напряжением стабилизации около 5 В, а стабилитрон KC182Ж (VD5) возможно придётся выбрать из нескольких экземпляров или даже заменить стабилитроном другого типа, чтобы при закрытом транзисторе VT1 получить на выходе стабилизатора DA1 напряжение 12,5...13,5 В. Я использовал в качестве VD5 эмиттерный переход транзистора KT3102A.

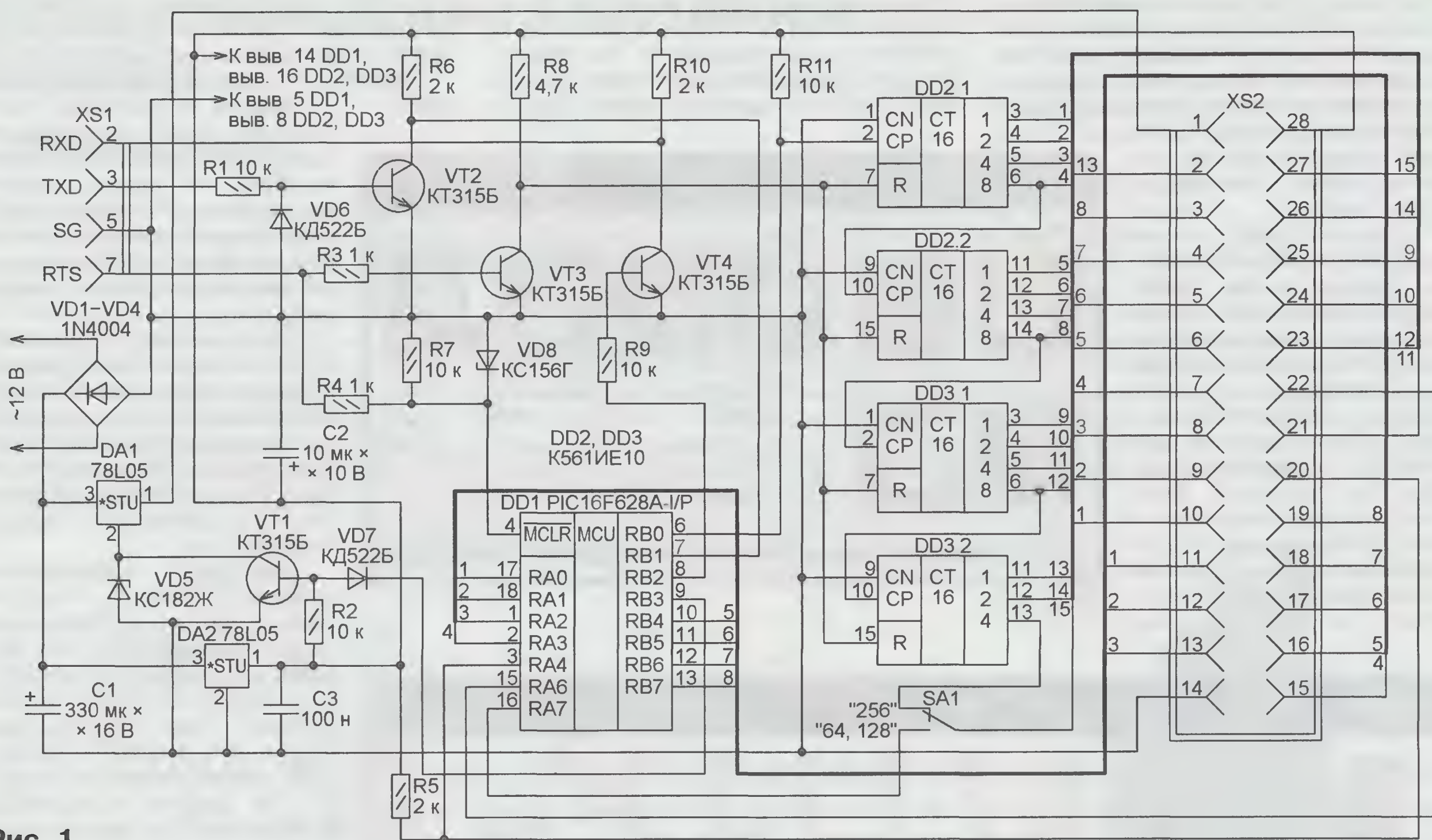


Рис. 1

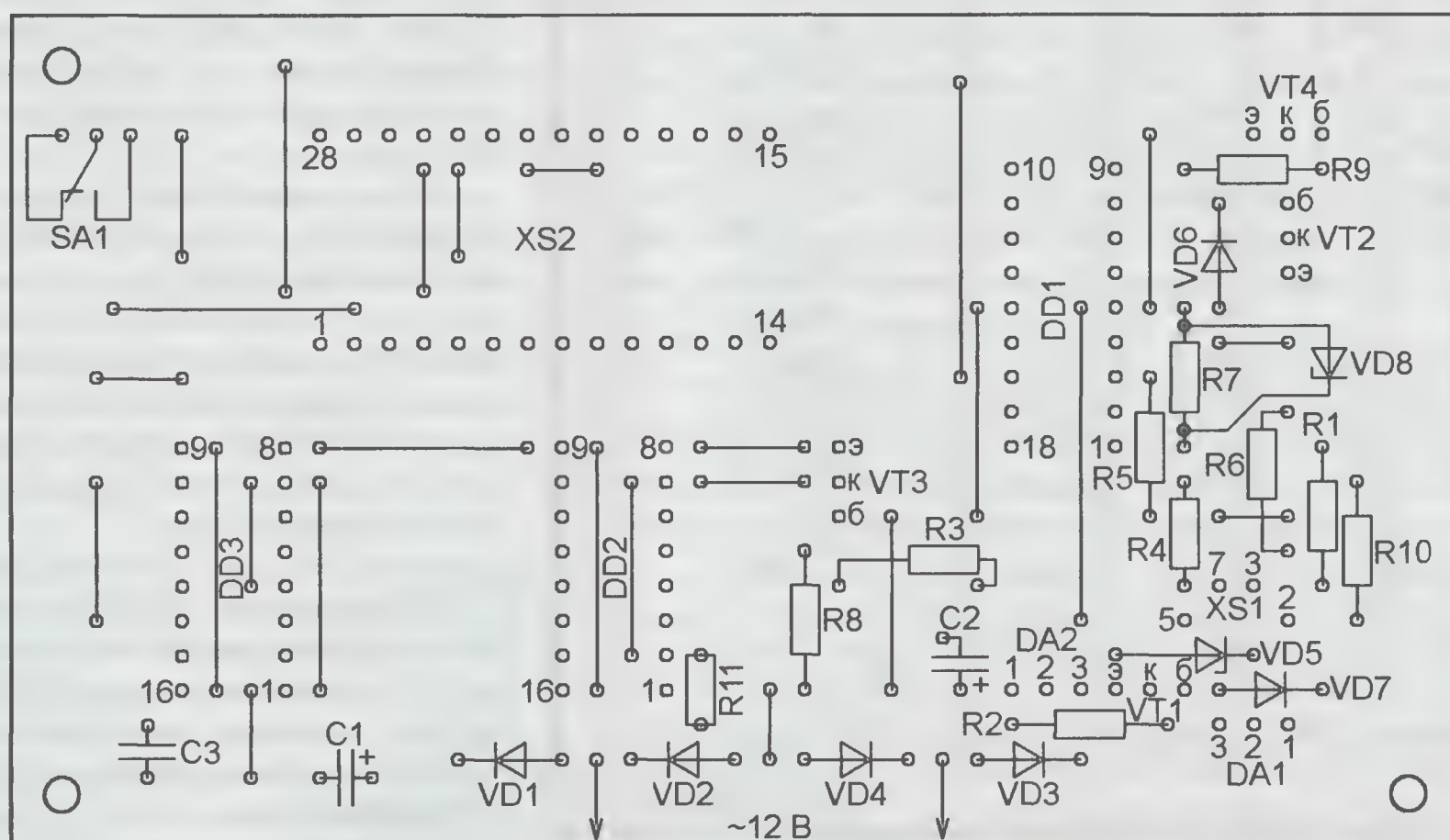
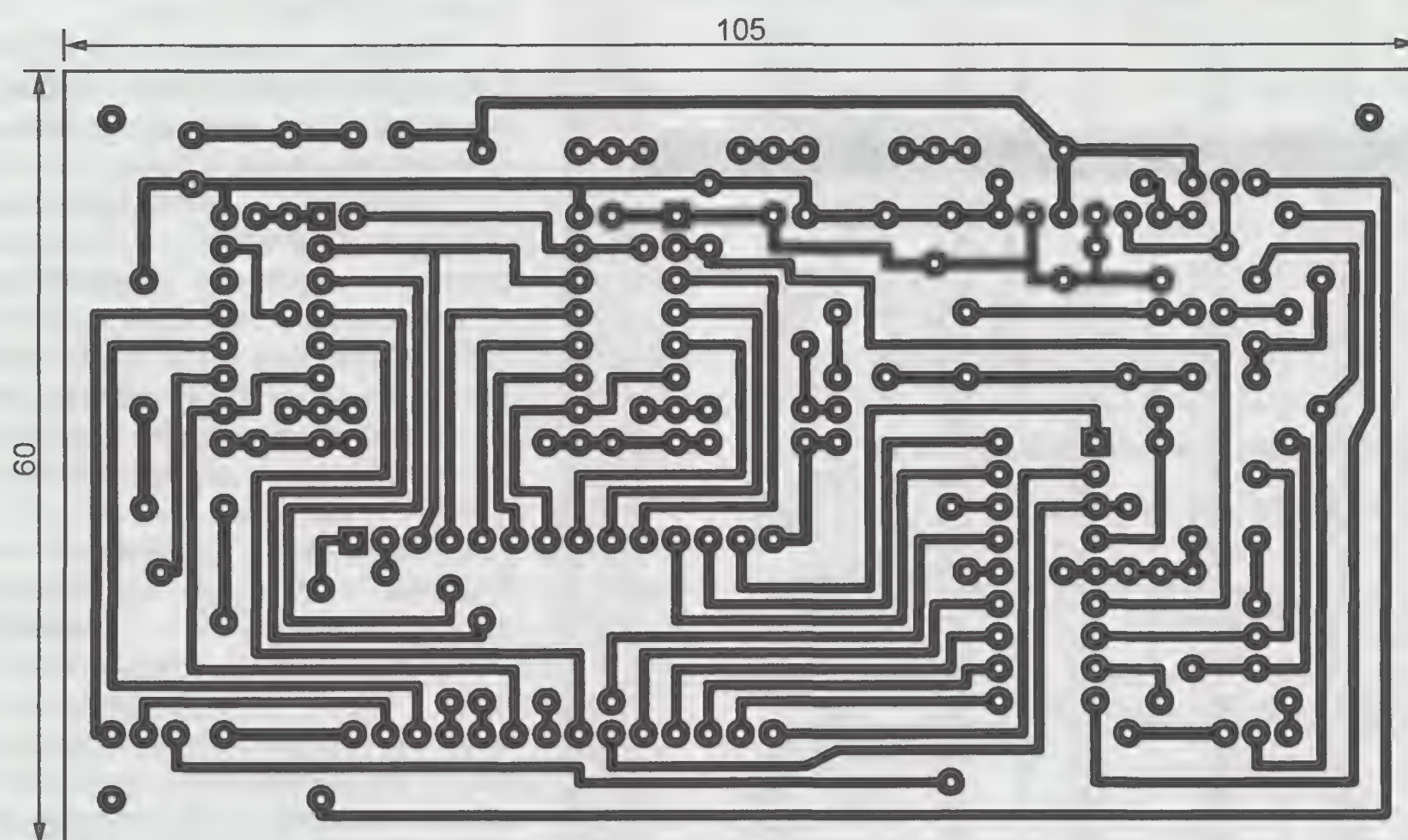


Рис. 2

После сборки программатора, не устанавливая в него микроконтроллер DD1 и не подключая программатор к компьютеру, подайте на диодный мост переменное напряжение 12 В и, временно соединив с общим проводом катод диода VD7, проверьте напряжение на выходе стабилизатора DA1 и при необходимости откорректируйте его подборкой стабилитрона VD5. После этого, предварительно выключив питание, можно установить в предназначенную для него панель запрограммированный микроконтроллер. Далее следует установить переключатель SA1 в положение, соответствующее типу программируемой микросхемы, и вставить её в панель XS2. После этого можно подключать программатор к компьютеру и подавать питание.

Этот программатор может работать и с РПЗУ 27C512, которое программируют по половинкам при переключателе SA1 в верхнем по схеме положении. При этом следует отсоединить от вывода 1 стабилизатора DA1 гнездо 1 панели XS2 и соединить это гнездо с общим проводом (для работы с младшей половиной памяти) или через резистор 1 кОм с цепью +5 В (для работы со старшей половиной).

В показанном на рис. 3 главном окне запущенной на компьютере программы ProgRom27C следует указать COM-порт, к которому подключён программатор (имеющиеся COM-порты будут перечислены в выпадающем списке), и тип РПЗУ. На рис. 3 выбраны порт COM3 и РПЗУ 27C64. При работе с РПЗУ в окне программы после слова "Адрес" вместо многоточий будут выводиться адрес текущей ячейки памяти и её содержимое.

Управляют работой программатора с помощью имеющихся в главном окне экранных кнопок с поясняющими их назначение пиктограммами. Эти кнопки и выполняемые при нажатии на них действия описаны ниже в порядке расположения в окне программы слева—направо и сверху—вниз:

"Открыть файл" — на экране появляется стандартное окно открытия файла Windows. В нём отображены имеющиеся в текущей папке файлы с расширениями имён bin (двоичные) и hex. Имеется возможность выбрать файл и с другим расширением, но он будет обработан как двоичный. Если объём содержащейся в файле информации больше информационного объёма программируемой микросхемы, в программный

буфер будет загружена только её часть, уместающаяся в РПЗУ, а на экране появится предупреждение. Соответствующее предупреждение появится и в случае, если не удалось открыть файл и

прочитать его содержимое. Успешное выполнение этой и всех других операций подтверждается сообщением "ОК".

"Записать содержимое буфера в файл" — на экране появляется стандартное окно сохранения файла Windows. В нём нужно выбрать или задать заново имя файла, в который будет произведена запись, указать его тип (bin или hex) и нажать на экранную кнопку "Сохранить".

"Проверить чистоту РПЗУ" — в подготовленной к программированию (стёртой) микросхеме все ячейки памяти должны содержать шестнадцатеричное число 0FFH (десятичное 255), если это не так, на экран выводится предупреждение.

"Загрузить содержимое буфера в РПЗУ" — выполняется собственно операция программирования. Она начинается после положительного ответа на вопрос "Начать запись?". Если записать нужную информацию в какую-либо ячейку памяти не удаётся, на экране появляется сообщение об этом, причём в окне программы выводится адрес сбойной ячейки.

"Читать содержимое РПЗУ в буфер" — заполняет буфер программы информацией, прочитанной из РПЗУ.

"Сравнить содержимое РПЗУ и буфера" — выполняется побайтное сравнение информации, находящейся в РПЗУ и в программном буфере. О несовпадении выдаются сообщения, содержащие адрес ячейки и её содержимое в РПЗУ и в буфере.

"Показать содержимое буфера для редактирования или скрыть его" — первое нажатие на эту кнопку открывает окно, показанное на **рис. 4**, а второе — закрывает его. Выделенная щелчком мыши строка открытого окна дублируется в его нижней части для редактирования. Кнопкой "Ввод" записывают внесённые изменения в буфер.

Если программатор не подключён к компьютеру или выбран не тот порт, к которому он подключён, то при попытке выполнения операции, требующей взаимодействия с РПЗУ, на экран выводится сообщение "Нет ответа от программатора".



Рис. 3

Буфер, 27C64									
Адрес	00	01	02	03	04	05	06	07	Ascii
08E0	00	00	00	04	00	00	00	D0	Р
08E8	07	00	00	B9	F6	FF	FF	DC	№цияь
08F0	05	00	00	B9	F6	FF	FF	DC	№цияь
08F8	05	00	00	BF	F5	FF	FF	E2	їхяяь
0900	04	00	00	BF	F5	FF	FF	02	їхяя
0908	D6	06	00	00	BF	F5	FF	FF	Ц їхяя
0910	6E	00	00	00	1E	00	00	00	n
0918	00	00	00	00	00	01	01	00	
0920	00	00	00	14	00	00	00	00	
0928	00	00	00	00	00	00	00	00	
0930	00	00	00	00	00	00	00	00	
0938	00	00	74	A0	BF	00	00	00	tї
0940	28	00	00	00	00	00	00	00	
0948	30	FE	C0	00	00	00	00	00	ОюА
0950	00	00	00	00	00	FF	FF	FF	яяя
0958	FF	02	D6	06	00	00	AD	F8	яЦ -ш
0960	FF	FF	6E	00	00	00	1E	00	яяп
0968	00	00	EC	00	E5	84	00	01	ме
0970	01	84	8B	AE	00	A0	00	00	„®
0978	00	59	3A	20	33	32	2C	35	У: 32,5
0980	20	00	00	00	00	00	00	AE	®
0988	00	9C	8B	AE	88	A0	BF	00	нь<®ї
0990	00	F1	28	00	00	00	00	00	с{
0998	00	00	58	FE	C0	00	E5	EB	ХюА ел
09A0	E8	F2	FC	00	00	00	00	FF	ить я
09A8	FF	FF	FF	06	81	AE	00	B8	яяяГ®ё
09B0	00	00	00	D3	F1	F2	E0	ED	Устан
09B8	EE	E2	E8	F2	50	00	00	00	овитР
09C0	00	01	E0	F7	E0	EB	EE	20	ачало
09C8	EB	E8	ED	E8	E8	20	E8	20	линии и
09D0	ED	E0	E6	D8	A0	BF	00	00	нажШ ї
09D8	00	E2	F3	FE	20	EA	C4	A0	вую кД
09E0	BF	00	F3	2E	28	00	00	00	ї ч{
09E8	8E	AE	00	C4	64	BC	7F	01	Ъ®Ддp
09F0	00	00	00	00	00	00	00	00	
09F8	00	02	00	00	00	D6	06	00	Ц
0A00	00	BF	F5	FF	FF	D0	07	00	їхяяР
0910	6E	00	00	00	1E	00	00	00	Ввод

Рис. 4

От редакции. Файл печатной платы в формате Sprint Layout 5.0 и программы для микроконтроллера и компьютера имеются по адресу <ftp://ftp.radio.ru/pub/2014/03/628A.zip> на нашем FTP-сервере.

Устройство для экспериментов с Ni-Mh аккумуляторами типоразмеров AA и AAA

С. КАМИНСКИЙ, г. Киев, Украина

Мысль создать прибор для экспериментов с аккумуляторами и их индивидуальной зарядки родилась у автора предлагаемой статьи, когда в его электронном фотоаппарате перестал нормально работать комплект аккумуляторов возрастом не более двух лет. Кроме того, в его распоряжении оказалось несколько комплектов батарей аккумуляторов типоразмера AA, отработавших свой срок в радиостанциях. Разработанный прибор позволяет выявить аккумуляторы, полностью исчерпавшие свой ресурс, а остальным продлить срок эксплуатации, подобрав для каждого оптимальный режим зарядки.

Многим, пользующимся Ni-Mh аккумуляторами, известно, что в результате "расползания" зарядно-разрядных характеристик через год-два аккумуляторы, заряжавшиеся в составе батареи в распространённых дешёвых зарядных устройствах, отказываются работать с энергоёмкими потребителями, например, цифровыми фотоаппаратами. Если такие аккумуляторы заряжать индивидуально, они смогут проработать ещё долго. После тщательного изучения проблемы по данным из различных источников (в основном из Интернета) была выработана следующая концепция:

- прибор должен иметь режим разрядки аккумулятора, причём желательно иметь возможность устанавливать её ток в зависимости от ёмкости аккумулятора;
- ток зарядки должен устанавливаться разным в зависимости от ёмкости аккумуляторов и на различных её этапах;
- для определения момента полной зарядки необходим контроль напряжения на аккумуляторе, его температуры и приращений этих параметров за определённый интервал времени;
- необходимы учёт отданного и полученного аккумулятором количества

электричества и остановка зарядки, когда оно достигает заранее заданного значения;

— должна быть предусмотрена возможность изменения всех перечисленных параметров;

— прибор не должен быть дорогим.

Для управления процессами разрядки и зарядки был выбран микроконтроллер ATmega8 — один из самых недорогих и распространённых, но оснащённых всем необходимым. Информацию решено выводить на ЖКИ, имеющий две строки по 16 символов. Датчик температуры — DS1820.

Схема прибора показана на рис. 1. Микроконтроллер DD1 формирует сигналы управления полевыми транзисторами VT1—VT6, которые в режиме разрядки подключают к аккумулятору G1 нагрузочные резисторы R16, R19 (вместе или по одному), а в режиме зарядки соединяют аккумулятор с источником питания через резисторы R6, R13, R18, R20 в соответствующих комбинациях. Ещё один ключ на транзисторе VT7 управляет излучателем звука со встроенным генератором HA1, который сигнализирует о текущих или аварийных ситуациях. Сняв перемычку S2, звук можно отключить. А перемычкой S1 отключают подсветку экрана ЖКИ HG1.

Значения сопротивления гасящих резисторов образуют геометрическую прогрессию с показателем 2. Это позволяет, комбинируя их, получить непрерывный ряд значений зарядного тока от 0 до 600 мА с шагом 40 мА (цифры при-

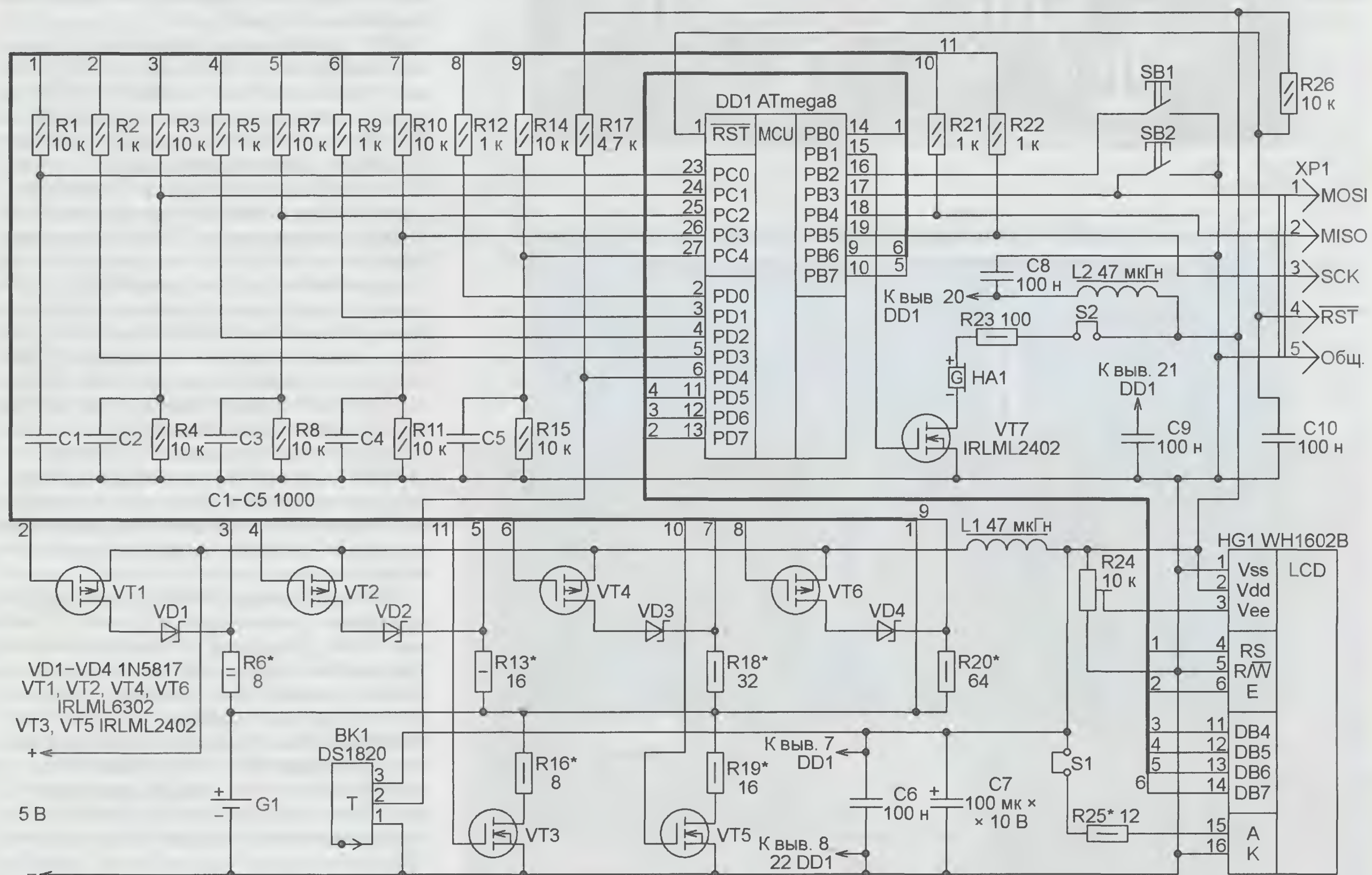


Рис. 1

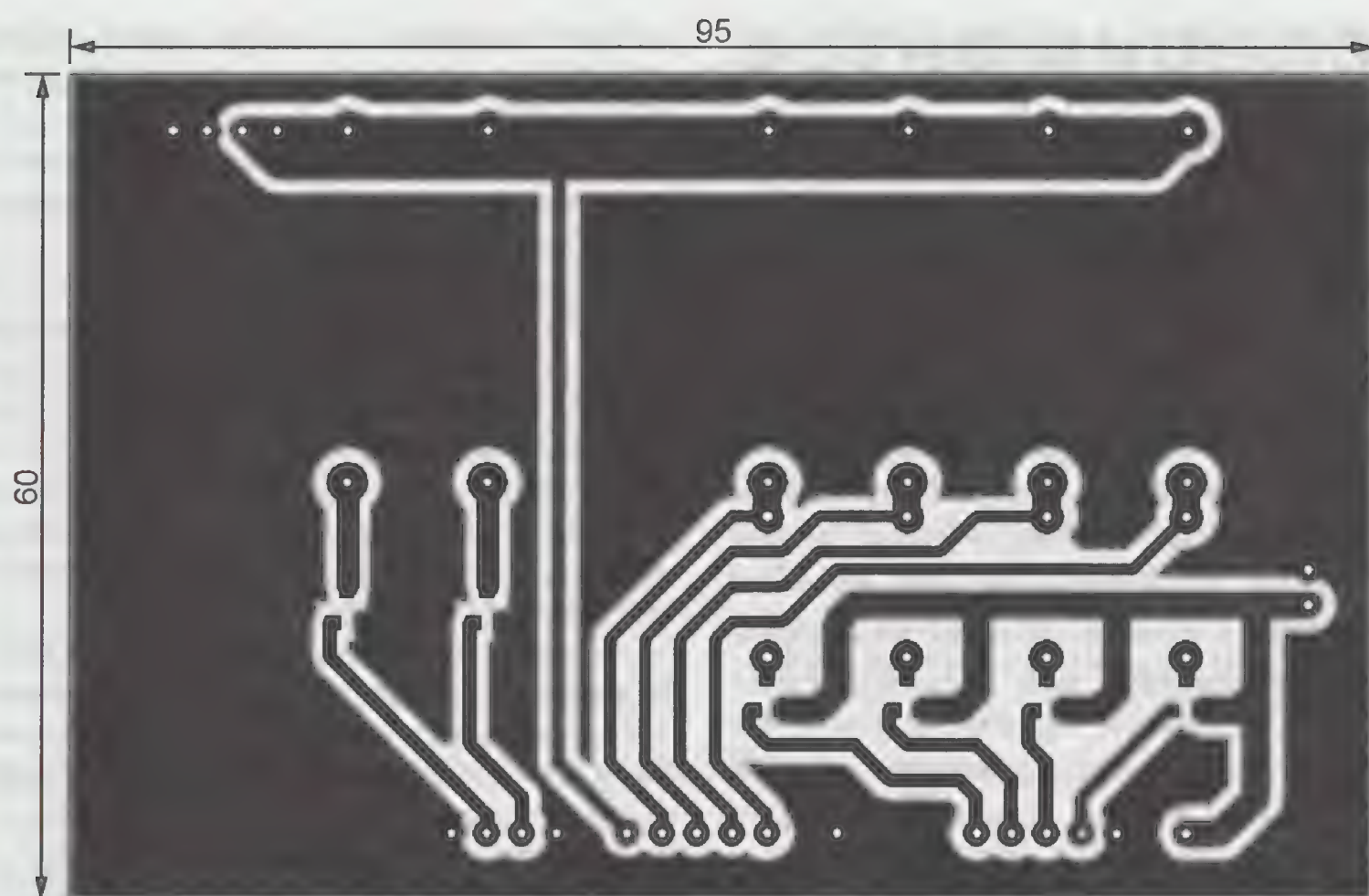


Рис. 2

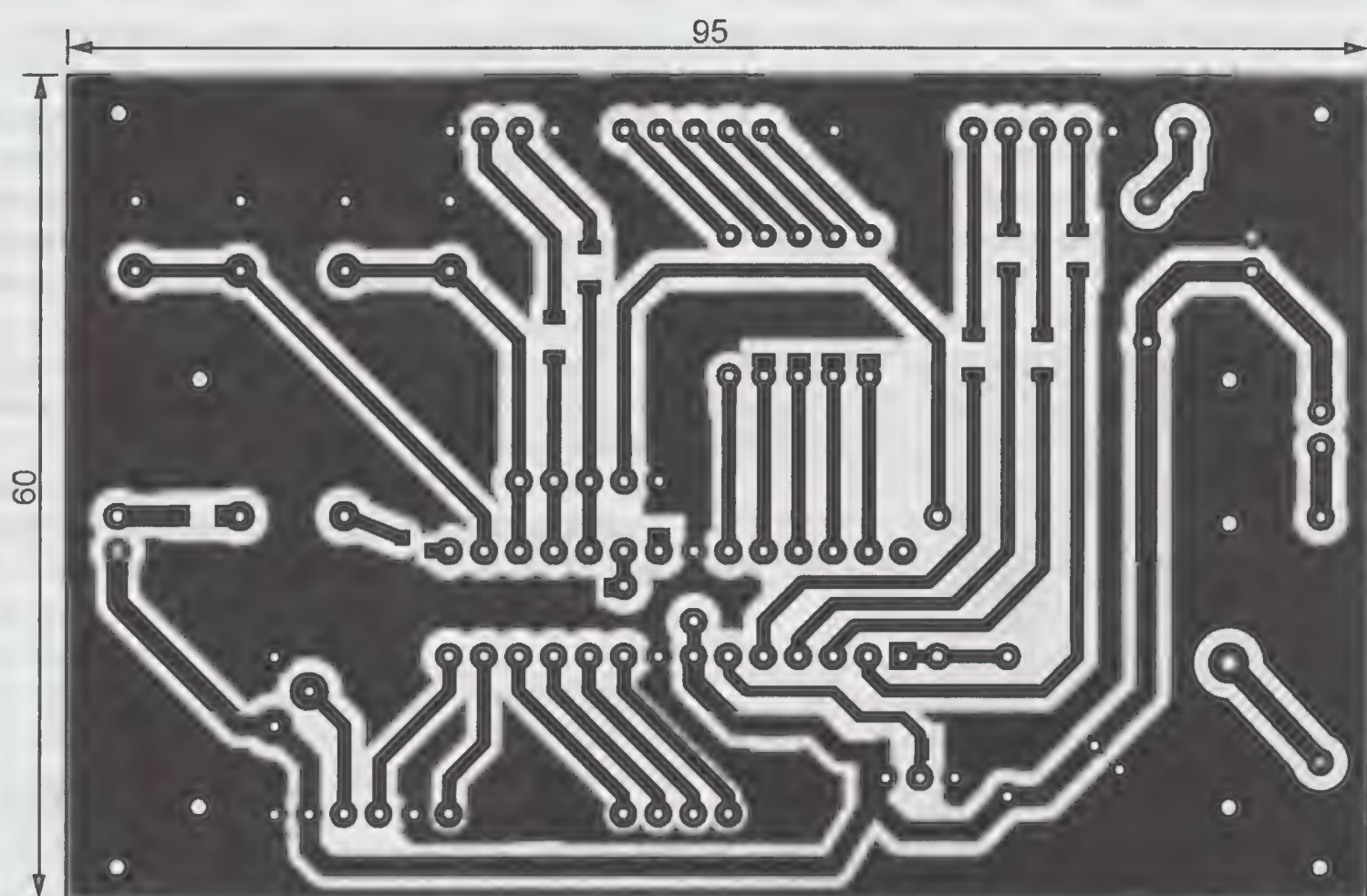


Рис. 3

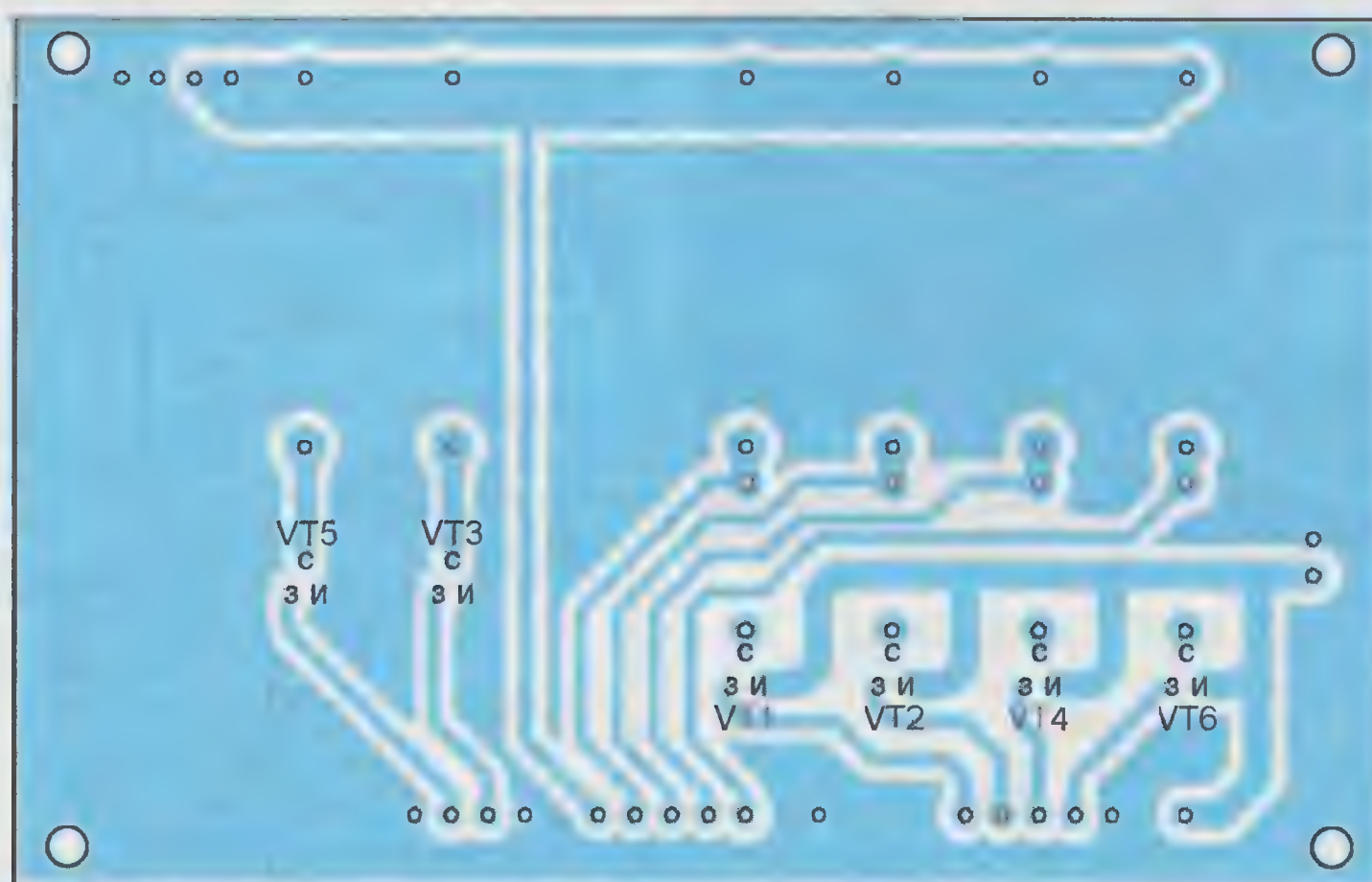


Рис. 4

близительные и зависят от текущего напряжения на аккумуляторе). Чтобы обеспечить постоянный шаг изменения тока, сопротивления этих резисторов должны иметь указанные на схеме значения, не соответствующие стандарт-

ному ряду номиналов. Их необходимо отобрать из имеющихся в наличии резисторов ближайших стандартных номиналов или составить каждый из нескольких, в сумме имеющих необходимое сопротивление.

Прибор собран на двух односторонних печатных платах. На одной из них (рис. 2) находятся транзисторы VT1—VT6, диоды VD1—VD4, зарядные и разрядные резисторы. На другой (рис. 3) — остальные детали прибора. Расположение деталей на сторонах печатных проводников этих плат показано соответственно на рис. 4 и рис. 5. Конденсаторы C2, C3, C4, C5 припаивают сверху соответственно на резисторы R4, R8, R11, R15. Детали, установленные на сторонах плат, свободных от печатных проводников, и соединения между платами показаны на рис. 6.

Полевые транзисторы и часть резисторов и конденсаторов — в исполнении для поверхностного монтажа. Пары резисторов R3R4, R7R8, R10R11, R14R15 образуют делители напряжения, их желательно подобрать с разбросом не более 1 %. Звуковой излучатель использован с встроенным генератором, рассчитанным на напряжение питания 5 В. Индуктивность дросселей L1, L2 может находиться в пределах 30...100 мкГн.

Источник напряжения 5 В, от которого питается прибор, должен быть стабилизированным и способным отдавать ток не менее 1 А. Если есть возможность, желательно питать каждую плату прибора от отдельного источника. В этом случае дроссель L1 на плату микроконтроллера не устанавливают, а напряжение 5 В подают на неё, как показано на рис. 6 штриховыми линиями. Источники необходимо включать и выключать одновременно. Следует уделить особое внимание качеству контактов, с помощью которых аккумулятор соединяется с прибором.

Программа микроконтроллера может выводить на ЖКИ два меню: рабочее и установки параметров. Для их использования достаточно кнопок SB1 и SB2. Если при включении ни одна из них не нажата, программа выводит на ЖКИ рабочее меню. На табло появляется информация, показанная на рис. 7. В первой строке цифра 3 — номер режима работы (0—7); 1,17 — напряжение на аккумуляторе, В; U — признак того, что одним из критериев окончания зарядки будет служить достижение напряжением на аккумуляторе значения 1,52 В (этот порог может быть изменён редактированием файла Ak.eep). Во второй строке выводятся температура аккумулятора, °C; имя режима (в данном случае 2700, может быть изменено редактированием файла Ak.eep); количество электричества, сообщённое аккумулятору, при котором зарядка будет прекращена, мА·ч.

Прибор может находиться в трёх основных состояниях: "Стоп", "Разрядка" и "Зарядка". Предусмотрены три варианта разрядки, различающихся используемыми разрядными резисторами, и четыре ступени зарядки, каждая со своим зарядным током и условием завершения. Перемещение по состояниям и ступеням зарядки — нажатиями на кнопку SB1. Выбор следующего режима — нажатием на кнопку SB2.

При первом нажатии на кнопку SB1 прибор переходит в состояние "Раз-

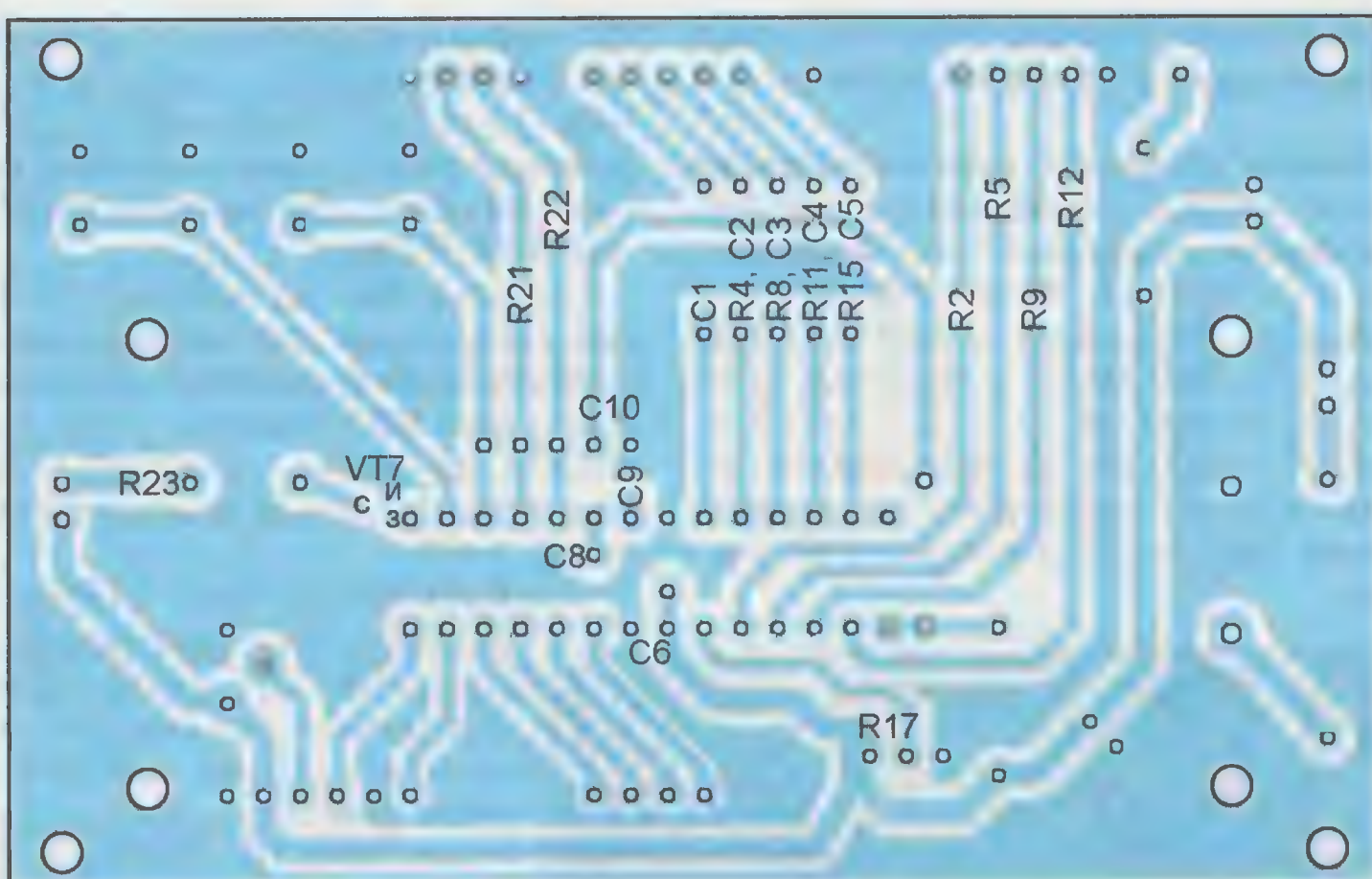


Рис. 5

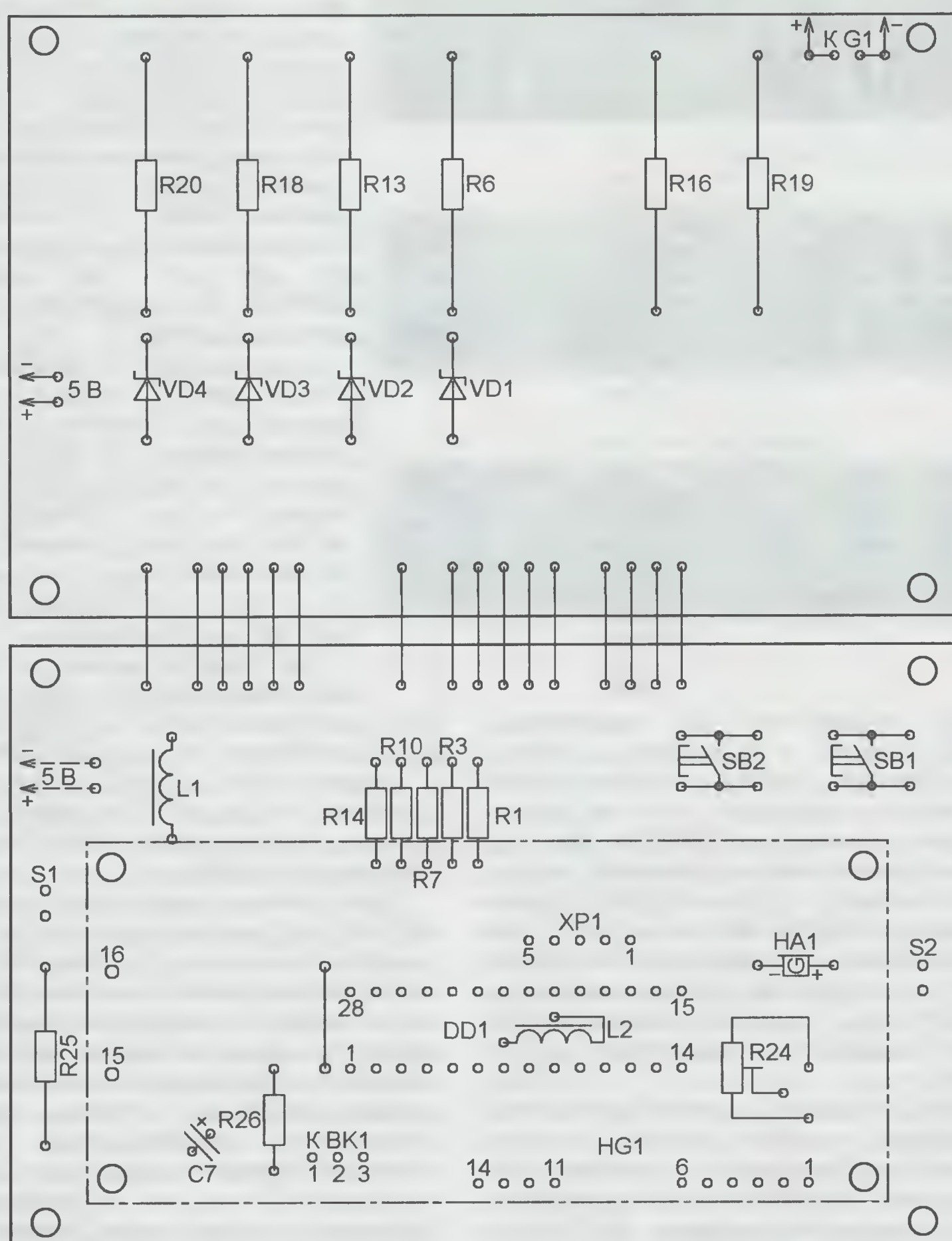


Рис. 6

рядка" и на ЖКИ выводится информация, показанная на **рис. 8**. Первая строка: 3 — номер режима работы; ↓ — признак разрядки; 1,13 — напряжение на аккумуляторе, В; 194 — текущее значение тока разрядки, мА; 1 — количество электричества, отданного аккумулятором, мА·ч. Вторая строка: температура аккумулятора, °С; 00:00 — продолжительность работы в часах и

минутах; 2700 — количество электричества, при котором будет прекращена зарядка. Кнопкой SB2 можно изменять ток разрядки, а нажатием на SB1 отказаться от разрядки и перейти к зарядке.

Когда напряжение на аккумуляторе опустится до значения, заданного для выбранного режима, будет подан короткий звуковой сигнал, и после неболь-

шой паузы разрядка продолжится меньшим током. После окончания разрядки минимальным током будет выдержана пауза 50 с для снятия показаний с индикатора, затем начнётся первая ступень зарядки.

Зарядка организована следующим образом: в течение 1 с происходит зарядка выбранным током, потом следует пауза 10 мс, измеряется напряжение на аккумуляторе, подаётся разрядный импульс длительностью 5 мс (если он разрешён), и после паузы зарядка продолжается. Разрядный импульс может быть запрещён в меню установки параметров. Прочитать о методах зарядки можно в статье Л. Ридико "Немного о зарядке Ni-MH и Ni-Cd аккумуляторов" <<http://radiomaster.com.ua/668-istochniki-pitaniya-nemnogo-o-zaryadke-nimh-i.html>>.

При зарядке аккумулятора на ЖКИ выводится информация, показанная на **рис. 9**. Здесь в первой строке: 3 — номер режима работы; 1 — номер ступени зарядки (1—4); ↑ — признак зарядки; 1,36 — напряжение на аккумуляторе (В); 381 — текущее значение тока зарядки, мА; 29 — количество электричества, полученного аккумулятором, мА·ч. Во второй строке выведены температура аккумулятора, °С, время работы, разность значений температуры аккумулятора за последние 256 с, разность значений напряжения на аккумуляторе за последние 256 с. Нажатием на кнопку SB1 можно перейти на следующую ступень зарядки, а кнопкой SB2 переключать зарядный ток текущей ступени зарядки.

На первой ступени ток зарядки увеличивается от заданного для первой ступени до заданного для второй ступени. Изменения происходят каждую минуту от текущего фиксированного значения тока к следующему. Поскольку всего предусмотрено 16 фиксированных значений, продолжительность первой ступени не может превышать 15 мин.

На второй ступени происходит основная зарядка аккумулятора. Эта ступень завершается в следующих ситуациях:

- сообщённое аккумулятору количество электричества достигло 87,5 % от заданного, включается следующая ступень зарядки;

- температура аккумулятора достигла установленного порога, зарядка приостанавливается до снижения температуры на 5 °С, затем включается следующая ступень зарядки;

- температура аккумулятора за последние 256 с повысилась более чем на 2 °С (это значение хранится в EEPROM микроконтроллера по адресу \$A2 и может быть изменено редактированием файла Ak.eep), выполняется полная остановка зарядки;

- зафиксировано отрицательное приращение напряжения на аккумуляторе (этот фактор не учитывается при напряжении менее 1,4 В — значения, которое хранится в EEPROM по адресу \$A1 в сотых долях вольта и может быть изменено редактированием файла Ak.eep), выполняется полная остановка зарядки;

— контроль напряжения аккумулятора включён, и оно достигло 1,52 В (значение хранится в EEPROM по адресу \$A0 в сотых долях вольта и может быть изменено редактированием файла Ак.еер), выполняется полная остановка зарядки.

Третья ступень зарядки завершается, когда сообщённое аккумулятору количество электричества достигает 93,75 %, установленного для полной зарядки, или при выполнении любого из других условий, предусмотренных для второй ступени. На третьей ступени ток зарядки целесообразно устанавливать на 20...40 % ниже, чем на второй.

Четвёртая ступень зарядки сообщает аккумулятору оставшееся до полной зарядки количество электричества с теми же условиями завершения, что и предыдущие ступени.

Есть возможность в любой момент перейти на следующую ступень зарядки, нажав на SB1, а кнопкой SB2 изменить текущее значение зарядного тока. По окончании зарядки в последних семи знаках второй строки ЖКИ выводится информация о причине, по которой она была прекращена. На индикаторе видны также значения напряжения и температуры аккумулятора в момент окончания зарядки. При нажатии на любую кнопку устройство переходит в состояние "Стоп".

Если в состоянии "Стоп" отключить от прибора только что заряженный аккумулятор, на месте зарядного тока будет выведена информация о количестве электричества, отданного аккумулятором во время разрядки. Эта информация не выводится, если напряжение между контактами для подключения аккумулятора превышает 5 мВ. При включении прибора без аккумулятора информация на индикаторе о его ёмкости будет некорректной.

Описания восьми возможных режимов зарядки аккумуляторов находятся в EEPROM микроконтроллера, начиная с адреса \$20. Каждое из них занимает 16 байт и содержит следующую информацию: номер режима (0—7) — 1 байт; разрядный импульс включён (1) или выключен (0) — 1 байт; напряжение остановки разрядки в десятых долях вольта — 1 байт; включённые резисторы разрядки (1 — R19, 2 — R13, 3 — оба) — 1 байт; количество электричества полной зарядки, мА·ч, — 1 байт; номер начального значения тока зарядки первой ступени — 1 байт; номер значения тока зарядки второй ступени — 1 байт; номер значения тока зарядки третьей ступени — 1 байт; номер тока зарядки четвёртой ступени — 1 байт; завершение зарядки по напряжению (0 — выключено, 1 — включено) — 1 байт, не используются — 3 байта, температура перехода на следующую ступень зарядки или прекращения разрядки, °C, — 1 байт; верхняя граница температуры для работы с аккумулятором (используется в меню настроек как верхний пре-

дел изменения температуры перехода на следующую ступень зарядки) — 1 байт.

Значения зарядного тока в описаниях режимов задают условными шестнадцатеричными номерами: 1 — 40 мА, 2 — 80 мА, 3 — 120 мА, 4 — 160 мА, 5 — 200 мА, 6 — 240 мА, 7 — 280 мА, 8 — 320 мА, 9 — 360 мА, A — 400 мА, B — 440 мА, C — 480 мА, D — 520 мА, E — 560 мА, F — 600 мА. В зависимости от напряжения на аккумуляторе точные значения тока могут отличаться от указанных.

Рис. 7

Рис. 8

Рис. 9

Рис. 10

Все перечисленные параметры, кроме первого и последнего, можно редактировать, войдя в соответствующее меню и сохранять (или не сохранять) их значения в EEPROM. Каждый режим имеет имя из четырёх символов, например, 1300 или Us01. Имена хранятся в EEPROM, начиная с его нулевой ячейки, и занимают по четыре байта, в которых записаны выводимые на ЖКИ коды символов имени. Имена можно изменять, редактируя файл Ак.еер.

Чтобы попасть в меню установки параметров, нужно в момент включения прибора удерживать нажатой любую кнопку. На ЖКИ появится информация, показанная на рис. 10. Первая строка содержит название режима (в данном случае 2700); пробел; разрядный импульс включён (1) или выключен (0); пробел; напряжение остановки разрядки, В; включённые резисторы разрядки (каждый из них обозначен звёздочкой); количество электричества полной зарядки. Во второй строке находятся номера значений зарядного тока для четырёх ступеней зарядки; пробел; температура остановки разрядки или перехода на следующую ступень зарядки, °C; пробел; напряжение

остановки зарядки, В; признак его использования (+) или не использования (пробел); признаки выхода из режима редактирования без сохранения (N) или с сохранением (Y) изменений в EEPROM.

Нажатиями на кнопку SB1 можно перемещаться по параметрам (значение выбранного параметра мигает), а кнопкой SB2 изменять это значение. Выйти из меню установки параметров можно только выключением прибора.

Микроконтроллер работает от внутреннего тактового генератора 1 МГц, что соответствует заводской установке, поэтому конфигурацию микроконтроллера при его программировании можно не изменять — именно её правильная установка вызывает затруднение у тех, кто работает с микроконтроллерами AVR впервые. Тем, кто имеет опыт, можно порекомендовать дополнительно запрограммировать разряды конфигурации BODEN и BODLEVEL. В результате станет действовать контроль напряжения питания микроконтроллера. Работа программы будет остановлена в случае снижения этого напряжения до 4 В. Это убережёт EEPROM от возможной некорректной записи.

Содержимое приложенного к статье файла Ак.hex следует загрузить во FLASH-память микроконтроллера, а также имеющегося в приложении файла Ак.еер — в его EEPROM. Чтобы после редактирования файла Ак.еер внесённые изменения вступили в силу, необходима его повторная загрузка.

Не следует забывать, что прибор предназначен прежде всего для экспериментов с аккумуляторами, восстановления старых аккумуляторов и только в последнюю очередь для обычной зарядки, которую можно выполнить с помощью многих других зарядных устройств.

Следует учитывать, что программа микроконтроллера прибора не имеет средств защиты от ошибочных действий пользователя. Предполагается, что он понимает, к каким последствиям может привести установка тех или иных режимов и параметров. Нестандартные режимы зарядки, которые способен обеспечить предлагаемый прибор, могут как продлить срок службы аккумуляторов, так и сократить его. Поэтому, прежде чем экспериментировать с аккумулятором, рекомендуется внимательно изучить всю доступную техническую информацию о нём, особенно предоставляемую его изготовителем.

От редакции. Файлы печатных плат прибора в формате Sprint Layout 5.0, программа микроконтроллера, а также блок-схема меню прибора имеются по адресу <ftp://ftp.radio.ru/pub/2014/03/ak.zip> на нашем FTP-сервере.

Доработка блока питания AV3302

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

Малогабаритный сетевой адаптер AV3302 применялся для питания "медленных" телефонных модемов фирмы ZyXEL (например, U-1496E). Устройство выполнено в виде "активной" сетевой вилки размерами 80×65×45 мм (без штырей самой вилки) и, как следует из этикетки на корпусе, обеспечивает на выходе переменное напряжение 25 В при максимальном токе нагрузки 0,6 А. Поскольку эпоха "медленных" модемов ушла в прошлое, целесообразно приспособить этот и подобные сетевые адаптеры для питания другой радиоаппаратуры.

мостовому выпрямителю VD1—VD4 через полимерный самовосстанавливающийся предохранитель FU2 и замкнутые контакты переключателя выходного напряжения SA1. В его верхнем (по схеме) положении обмотки II.1 и II.2 включены последовательно, в нижнем — параллельно. Параллельное соединение вторичных обмоток позволяет БП в непрерывном режиме отдавать в нагрузку ток до 1 А при выходном напряжении 12,5 В. Применение в выпрямителе диодов Шотки уменьшает потери напряжения на нём, а следовательно, и рассеиваемую им тепловую мощность

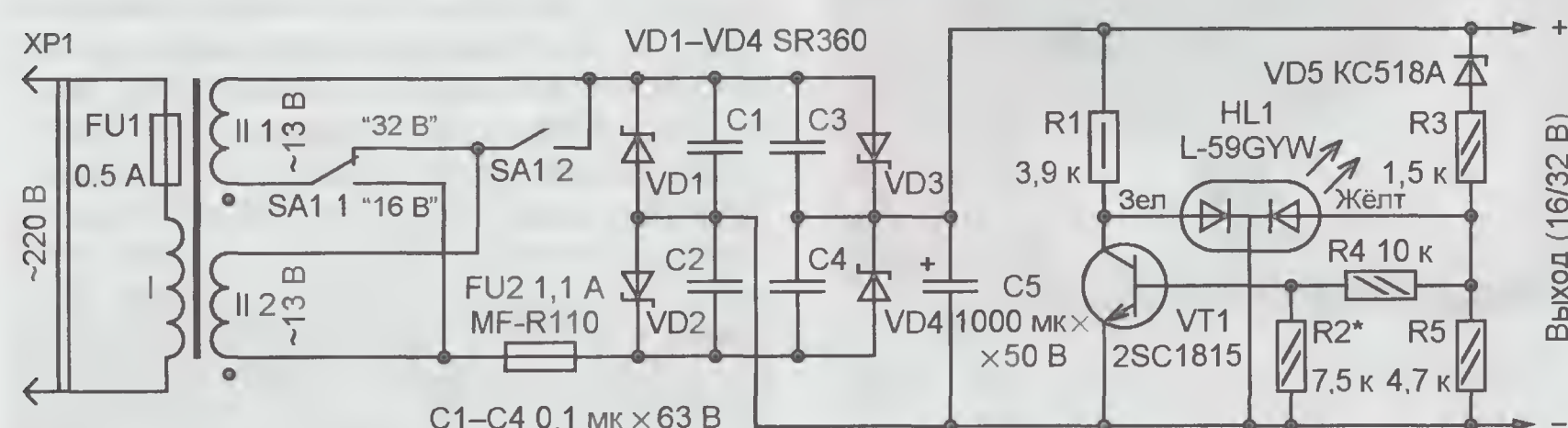


Рис. 1

После разборки адаптера (для этого достаточно вывинтить два винта) выяснилось, что устройство состоит из понижающего трансформатора, намотанного на тороидальном магнитопроводе, и плавкой вставки на ток 0,25 А, включённой в цепь его первичной обмотки. При измерении основных параметров трансформатора приятной неожиданностью оказалось, что его ток холостого хода всего 2,7 мА при напряжении сети 250 В. Это очень большая редкость для сетевых трансформаторов с габаритной мощностью 1,5...20 Вт как промышленного изготовления, так и самодельных. Трансформатор содержит вторичную обмотку с отводом от середины и напряжением на холостом ходу около 26 В (2×13 В). Сопротивление первичной обмотки постоянному току — примерно 167 Ом, каждой вторичной полуобмотки — около 1,3 Ом.

Для удобства дальнейшего применения адаптер доработан. Поскольку значительную часть объёма корпуса занимает понижающий трансформатор, было решено сделать на его основе нестабилизированный блок питания (БП) с двумя значениями выходного постоянного напряжения, для чего вторичные полуобмотки были разъединены (это нетрудно сделать, так как они соединены скруткой обмоточного провода снаружи трансформатора).

Схема модернизированного устройства показана на рис. 1. Переменное напряжение сети 220 В поступает на первичную обмотку трансформатора Т1 через плавкую вставку FU1. Вторичные обмотки трансформатора подключены к

Конденсатор C5 сглаживает пульсации выпрямленного напряжения.

Светодиод HL1, транзистор VT1, стабилитрон VD5 и резисторы R1—R5 образуют узел индикации выходного напряжения. Если переключатель SA1 находится в положении, показанном на схеме ("32 В"), выходное напряжение БП значительно превышает напряжение стабилизации стабилитрона VD5, поэтому он открыт, через светодиод жёлтого цвета свечения течёт ток, и он светится. При этом открыт и транзистор VT1. Напряжение на его коллекторе не превышает нескольких десятых долей вольта, поэтому светодиод зелёного цвета свечения выключен. При установ-

ке переключателя в нижнее (по схеме) положение ("16 В") напряжение на выходе БП становится меньше напряжения стабилизации стабилитрона VD5, поэтому он и транзистор VT1 закрываются. В результате жёлтый светодиод гаснет, а через светодиод зелёного цвета свечения течёт ограниченный резистором R1 ток, и он светится.

Из-за недостатка свободного места в корпусе устройства монтаж выполнен объёмным способом — новые детали приклеены к его стенкам полимерным клеем "Квинтол" так, чтобы не перекрывались вентиляционные отверстия. Резисторы — любые малогабаритные (МЛТ, С1-4, С1-14, С2-23, С2-33). Оксидный конденсатор C5 вклеен в угол корпуса выводами вверх (рис. 2). Конденсаторы C1—C4 — малогабаритные плёночные. Их выводы припаяны к заранее изготовленному диодному мосту, как показано на рис. 3, после чего кор-



Рис. 3

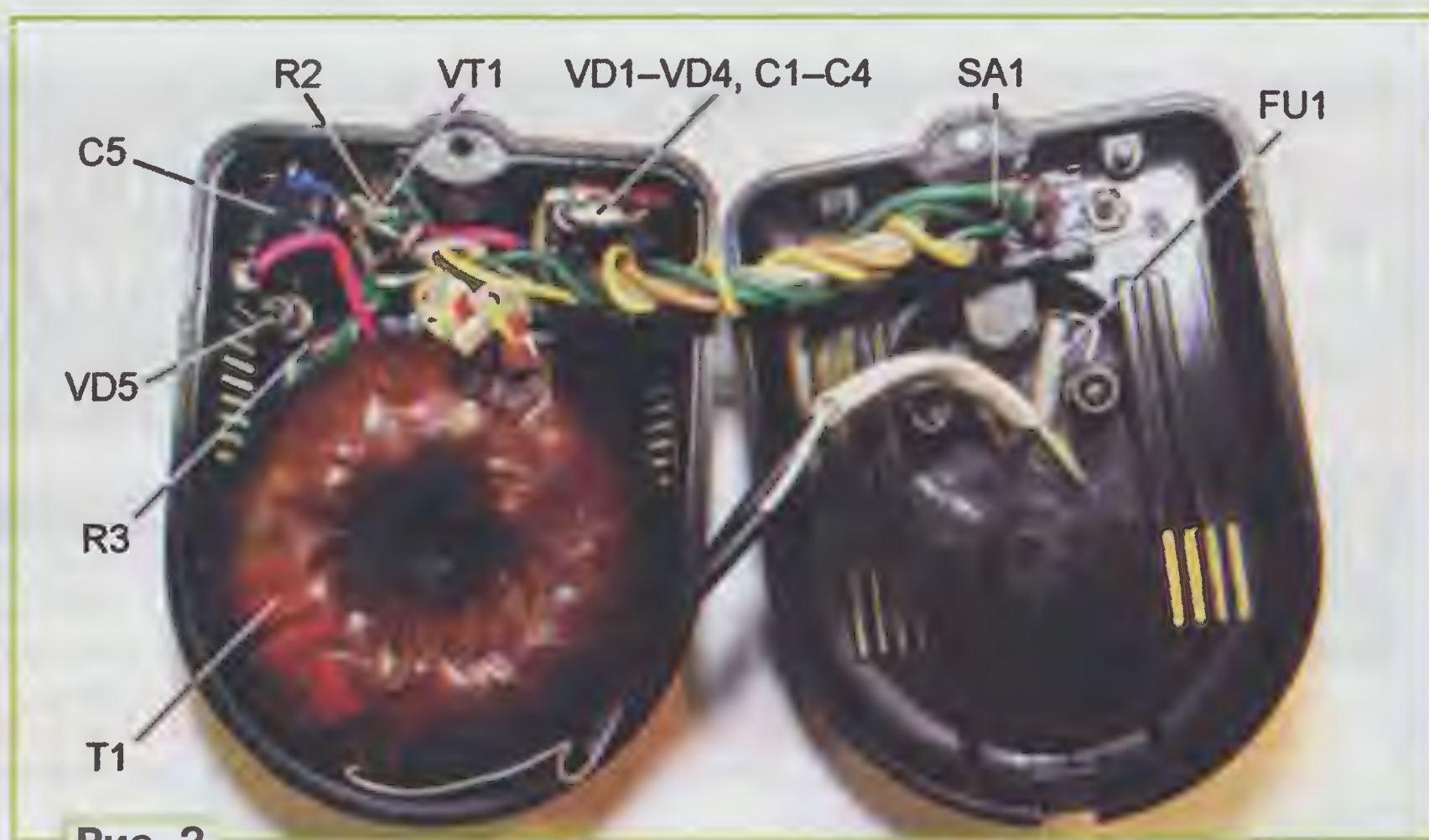


Рис. 2

пусы конденсаторов приклеены к верхней (по рис. 2) стенке корпуса. Светодиод HL1 вклеен в просверленное в ней отверстие. Клеем закреплён и трансформатор Т1.

Вместо стабилитрона KC518A можно применить любой из 2C518A, KC520B, 1N4746A, 1N4747A, TZMC-18, TZMC-20. Возможная замена диодов Шотки SR360 — SR306, MBR360T3, MBRD360, MBR360. При отсутствии таких диодов можно применить и обычные кремниевые, рассчитанные на средневывярленный ток 2...3 А и обратное напряжение 60 В (КД257А, 1N5404 и им подобные) или готовый диодный мост, например RS202. Вместо транзистора

2SC1815 подойдёт любой из серий KT3102, KT6111, KT645, а также импортные 2SC1815, 2SC1845, SS9013, SS9014 (с учётом различий в цоколёвке). Двухцветный светодиод L-59GYW можно заменить другим аналогичным с общим катодом без встроенных резисторов, например, серий L-59, L-119, L-239, L-799.

Для коммутации обмоток трансформатора применён малогабаритный импортный двухполюсный переключатель от узла переключения рабочего напряжения 230/115 В, рассчитанный на коммутацию переменного тока 1 А. Он не имеет выступающего рычага (переключить его можно только отвёрткой или другим острым предметом) и, кроме того, установлен в корпусе со стороны штырей вилки, что исключает случайное переключение выходного напряжения (чтобы это сделать, вилку надо вынуть из розетки). Аналогичные переключатели, рассчитанные на больший коммутируемый ток, применяются в компьютерных блоках питания.

Плавкая вставка FU1 (на 0,5 А) установлена между штырями сетевой вилки (рис. 3). Применение вставки на вдвое больший (чем в исходном устройстве) ток продиктовано требованием, чтобы самовосстанавливающийся предохранитель FU2 успевал сработать раньше перегорания вставки. Возможная замена полимерного предохранителя MF-R110 — LP30-110, LP60-110.

Внешний вид доработанного адаптера показан на рис. 4. При первом включении его в сеть нагрузку рекомендуется не подсоединять, а в цепь первичной обмотки трансформатора



Рис. 4

включить лампу накаливания мощностью 15...25 Вт на 220 В. Ярко светящаяся лампа укажет на неправиль-

ную фазировку вторичных обмоток или ошибки в монтаже. В отсутствии яркого свечения лампы убеждаются при обоих положениях переключателя SA1.

Как показали испытания, при сетевом напряжении 260 В и отдаваемой в нагрузку мощности 17 Вт нагрев корпуса БП практически отсутствует, что указывает не только на хорошее качество понижающего трансформатора, но и на наличие запаса по мощности. Это позволяет использовать его для питания различных устройств, работающих в круглосуточном или длительном режиме, например, антенных усилителей (через стабилизатор напряжения), охранных устройств, приборов видеонаблюдения и т. д.

При изготовлении подобного устройства "с нуля" подойдёт готовый унифицированный трансформатор ТТП40, ТП8-15-220-50, ТП8-25-220-50. Можно намотать понижающий трансформатор самостоятельно. При использовании Ш-образного магнитопровода с площадью сечения среднего керна 6 см² первичная обмотка должна содержать 1900 витков провода ПЭВ-2 0,18, вторичные — по 130 витков (строго одинаково) провода ПЭВ-2 0,51. Пластины магнитопровода следует собирать вперекрышку. После проверки работоспособности трансформатора магнитопровод рекомендуется пропитать цапонлаком.

PCSHOP® RU
МУЛЬТИМЕДИА ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН

СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ

ОПТОМ И В РОЗНИЦУ

ДЛЯ ЛЮБЫХ КОМПОНЕНТОВ И УСТРОЙСТВ



ОХЛАЖДЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ ПК

Кулеры для корпусов, процессоров, видеокарт, жестких дисков, чипсетов, 12/24/220 вольт, термопаста для радиаторов и кулеров

ОХЛАЖДЕНИЕ НОУТБУКОВ

Настольные вентилируемые подставки и столы для ноутбуков

БЛОКИ ПИТАНИЯ ПК

Различная мощность и диаметр вентиляторов

КОРПУСА ПК

Различные форм-факторы, с БП и без БП

ОСВЕЩЕНИЕ ВЕНТИЛЯТОРЫ

Настольные, с LED-подсветкой, для ноутбуков

ВНЕШНИЕ КОНТЕЙНЕРЫ ДЛЯ HDD

Вентилируемые, различных цвет корпуса



www.pcshop.ru

Москва. М Речной вокзал, ул. Зеленоградская, 15. Тел. 8 (495) 707-88-11 707-88-22

Модули и наборы от Ekits:

— Встраиваемый цифровой термометр **EK-STH0014** с выносным датчиком. Цвета индикатора: белый — 540 руб., голубой — 515 руб., жёлтый — 475 руб., зелёный и красный — 462 руб.

— Регулируемый импульсный стабилизатор напряжения 1.2-37 В, 3 А **EK-SCV0023-ADJ-3A** — 459 руб.

— Цифровой вольтметр + амперметр постоянного тока **EK-SVAL0013** до 100 В, до 10 А: без подсветки, позитив — 626 руб., белая подсветка, негатив — 810 руб., белая подсветка, позитив — 830 руб.

— Цифровой встраиваемый термостат **EK-STH0024** с выносным датчиком. Цвета индикатора: жёлтый — 668 руб., голубой — 743 руб., красный — 683 руб., белый — 765 руб.

— Набор электролитических конденсаторов, 12 номиналов, всего 108 шт. **EK-C/ELECTR** — 560 руб.

— Набор выводных керамических конденсаторов, 40 номиналов (от 1 pF до 0,1 mF), каждого по 20 шт., всего 800 шт. **EK-C_RADIAL** — 510 руб.

— Набор резисторов: 171 номинал, каждого по 20 резисторов **EK-R20** — 1400 руб.

— **FCLG-meter** — универсальный

измеритель частоты, ёмкости, индуктивности и напряжения (по мотивам sqham.ru), собранная плата с индикатором и корпусом — 2550 руб.

— Измеритель ёмкости и последовательного эквивалентного сопротивления электролитических конденсаторов **C/ESR-meter** — 1140 руб.

— **SC Analyzer 2005** — 890 руб.

Беспаянные макетные платы в широком ассортименте и перемычки к ним.

А также:

— **EK-R0603/170** — набор ЧИП резисторов (единицы Ом — единицы МОм), типоразмер 0603, 170 номиналов по 24/25 шт. — 950 руб.

— Набор ЧИП резисторов, типоразмер 1206 **EK-R1206/168** — 950 руб.

— Набор ЧИП резисторов, типоразмер 0805 **EK-R0805/169** — 820 руб.

— **ХИТ!** Набор деталей **ALX007** для сборки термостата на DS18B20 и ATmega 8 — 640 руб.

— **Программатор** PIC-контроллеров и I²C (IIC) EEPROM EXTRA-PIC — 850 руб.

— **ХИТ!** Набор "Частотомер 10 Гц — 250 МГц" — 650 руб.

— **Цифровая шкала** трансивера — 850 руб.

ЗВОНИТЕ! ЗАКАЗЫВАЙТЕ! По бесплатному междугородному номеру 8-800-200-09-34 с 9-30 до 18-00 MSK, по e-mail: zakaz@dessy.ru или на сайте www.dessy.ru

Будете в Москве — заходите! Всегда в наличии весь (а это свыше 650 наименований) спектр наборов "Мастер КИТ", Ekits и KitLab. Мы ждём Вас по адресу: г. Москва, ул. Большая Почтовая (вход с Рубцовской набережной), д. 34, стр. 6, офис 22. Рядом ст. метро "Электровзводская".

* * *

Учебный журнал "Лаборатория электроники и программирования": уроки по программированию микроконтроллеров AVR®, PIC®, STM32® на языках C и C++, примеры проектов различных электронных устройств.

<http://journal.electroniclab.ru/>

* * *

Р/детали отеч. и имп. 9000 типов, книги, компьютеры, ПО.

Ваш конверт. 190013, С.-Петербург, а/я 93, Киселёвой.

Низковольтный автоматический инкубатор

А. ВИШНЕВСКИЙ, В. ВИШНЕВСКИЙ, г. Луганск, Украина

Предлагаемый инкубатор позволяет в автоматическом режиме выводить птенцов четырёх видов домашней птицы: кур, индеек, уток и гусей. Все исполнительные устройства в нём питаются постоянным напряжением 12 В, что позволяет питать инкубатор в целом не только от бытовой сети 220 В 50 Гц, но и от аккумуляторной батареи, которая при наличии сетевого напряжения работает в буферном режиме. От ёмкости батареи зависит продолжительность работы инкубатора в отсутствие сетевого напряжения.

В устройстве предусмотрены четыре режима инкубации. В каждом из них, кроме нулевого, заданы определённые значения периода поворота яиц, включения вентилятора в инкубационной камере и влажности воздуха в

ней. Особенности режимов представлены в **таблице**. Температура инкубации установлена одинаковой для всех видов птицы, с учётом рекомендаций [1—3], и равна 37,6 °С. Она поддерживается с точностью до ±0,05 °С. Температура в

Режим	Параметры	Вид птицы			
		Куры	Индеек	Утки	Гуси
0 (прогрев)	Период поворота яиц, ч	Откл.	Откл.	Откл.	Откл.
	Период охлаждения, ч	Откл.	Откл.	Откл.	Откл.
	Влажность	Высокая	Высокая	Высокая	Высокая
	Сутки окончания	—	—	—	—
1	Период поворота яиц, ч	1	1	1	1
	Период охлаждения, ч	Откл.	Откл.	Откл.	Откл.
	Влажность	Произв.	Произв.	Произв.	Произв.
	Сутки окончания	12	14	14	16
2	Период поворота яиц, ч	2	2	2	2
	Период охлаждения, ч	12	12	6	6
	Влажность	Произв.	Произв.	Произв.	Произв.
	Сутки окончания	18	24	24	28
3	Период поворота яиц, ч	Откл.	Откл.	Откл.	Откл.
	Период охлаждения, ч	12	12	12	12
	Влажность	Высокая	Высокая	Высокая	Высокая
	Сутки окончания	24	30	30	36

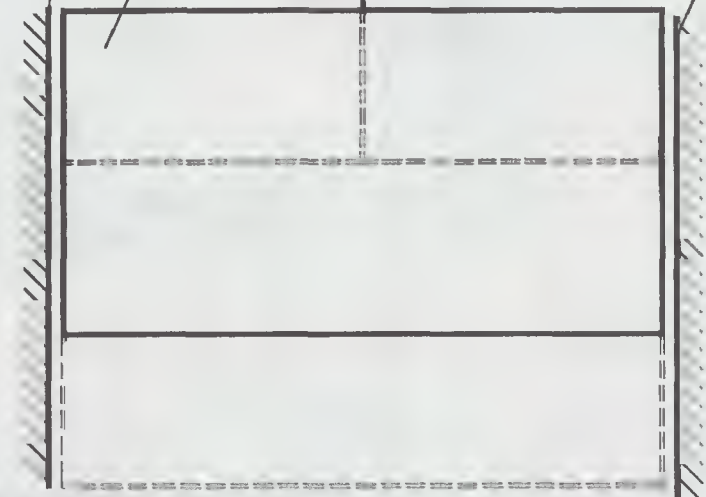
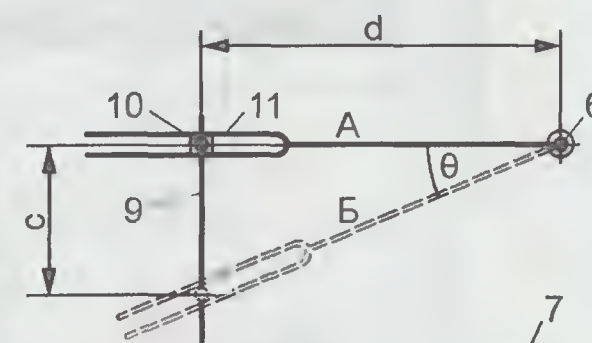
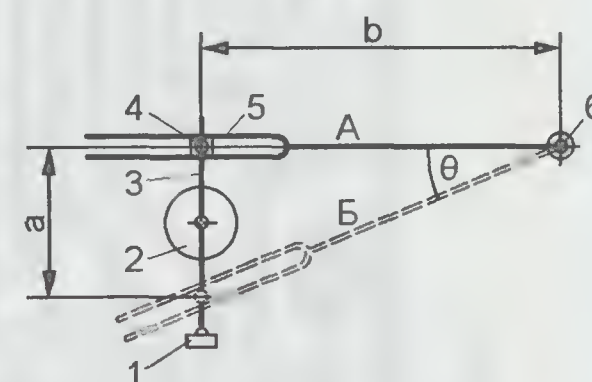


Рис. 1

камере инкубатора, при которой отключается вентилятор, равна 30 °С.

Режим 0 предназначен для начального прогрева инкубационной камеры до требуемой температуры. Он начинает действовать немедленно после

включения инкубатора. После приблизительно часового прогрева в инкубационную камеру можно закладывать яйца.

Инкубатор собран в шкафу от однокамерного холодильника объёмом

80...100 л, из которого удалён морозильник и снят компрессор. Камера не должна иметь повреждений теплоизоляции. Уплотнитель дверцы камеры должен быть целым и плотно прилегать к стенкам шкафа.

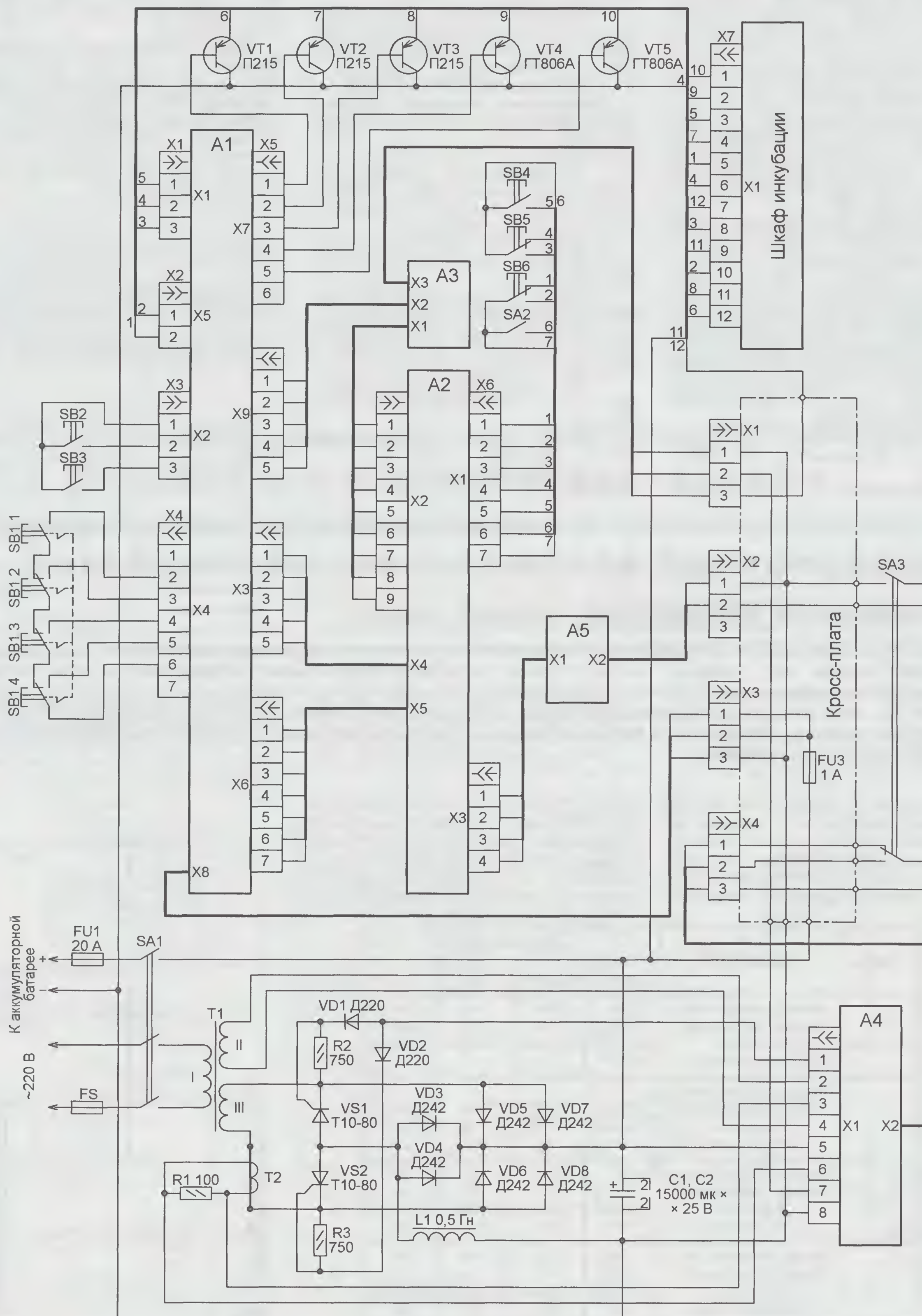


Рис. 2

В нижней части камеры установлены четыре служащие нагревательными элементами лампы накаливания с номинальным напряжением 12 В и суммарной мощностью 160 Вт. Над лампами помещена широкая испарительная ванна, в которую через электроклапан поступает вода из внешней ёмкости. Применён электроклапан от бензинового обогревателя салона автомобиля "Запорожец" ЗАЗ-968М.

ся над полками не выше середины инкубируемых яиц. Более подробно о конструкции каретки можно узнать из [4, 5].

Между нижней полкой и ванной установлен датчик температуры — терморезистор ММТ-4 22 кОм. Выше верхней полки находится вентилятор охлаждения. В дне и в стенке шкафа ниже ламп проделано несколько отверстий диаметром 8...10 мм для притока свежего воздуха.

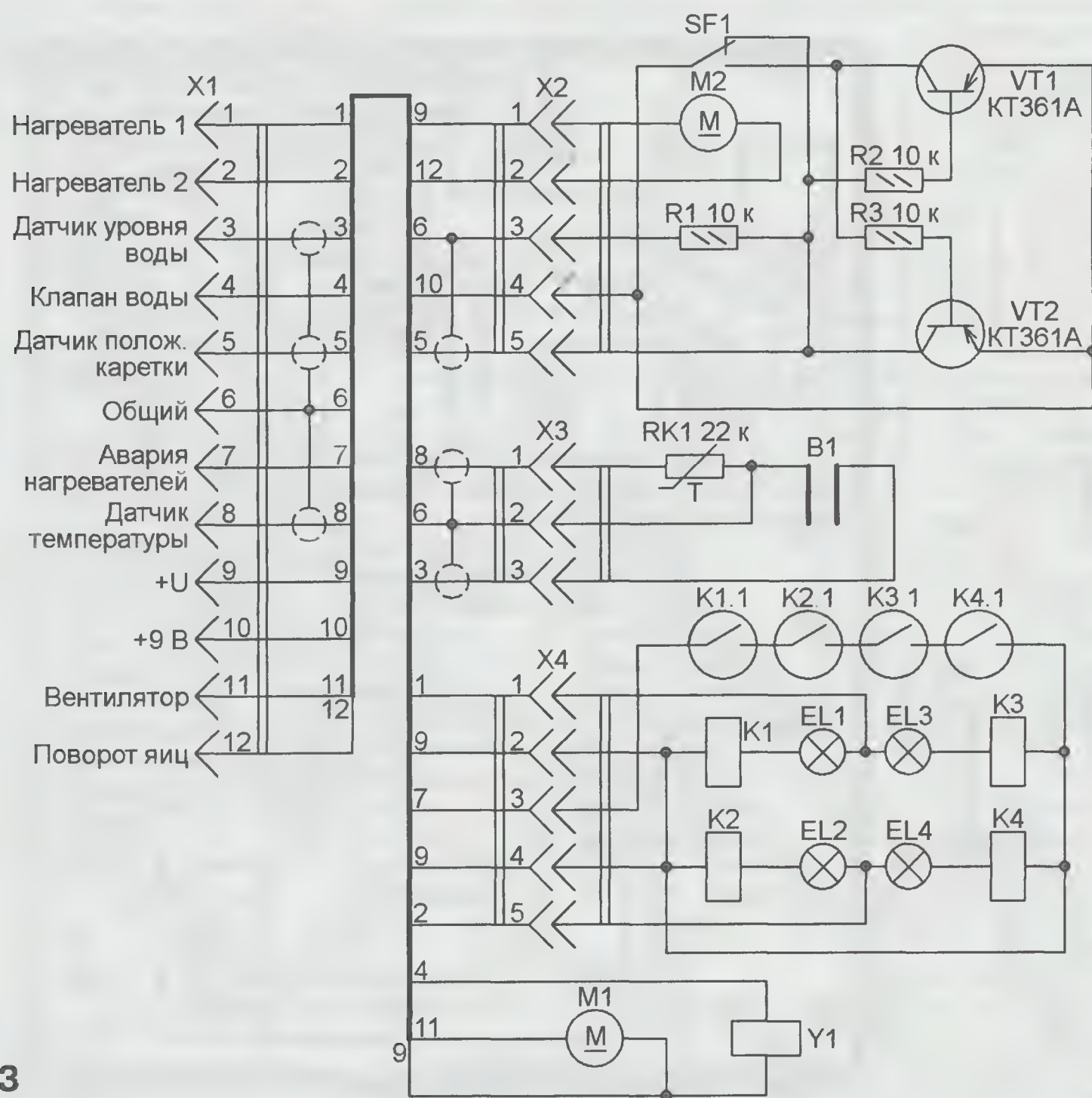


Рис. 3

В испарительной ванне имеется датчик уровня воды, представляющий собой два электрода, находящихся на высоте 3...5 мм от дна ванны. Материал электродов (например, алюминий) должен быть стойким к окислению в воде. Вода, наполняя ванну, создаёт путь для протекания электрического тока между электродами, а блок управления, обнаружив это, формирует сигнал, закрывающий электроклапан. Вода прекращает поступать в ванну. В нагретой камере вода испаряется, повышая влажность воздуха в ней. Доливается она в третьем режиме инкубации.

Выше испарительной ванны в камере инкубатора установлены одна над другой две полки из листового алюминия толщиной 2...3 мм, по которым свободно двигаются каретки, переворачивающие яйца. В полках просверлено множество отверстий диаметром 3...5 мм для прохождения нагретого воздуха. Каретки также сделаны из алюминия и представляют собой прямоугольные рамки, разделённые на ячейки по размеру инкубируемых яиц. Ячейки образованы стержнями, уложенными в прорези в рамках. Размеры ячеек и их число подбирают в зависимости от вида инкубируемых яиц и степени загрузки инкубатора. Стержни должны находиться

Переворот яиц производится электродвигателем с червячным редуктором от привода очистителей лобового стекла автомобиля "ГАЗ-51". Механизм поворота яиц, кинематическая схема которого показана на рис. 1, установлен в нише корпуса холодильника, там, где находился компрессор. Периодически включаемый блоком управления электродвигатель с редуктором 2 вращает планку 3, закреплённую на валу редуктора, со штырём 4, вставленным в прорезь кулисы 5. В процессе вращения планки 3 штырь 4 перемещается из верхнего (по чертежу) положения в нижнее и обратно, поворачивая кулису, а с ней и главный вал 6, на котором она закреплена, на угол θ .

Вал 6 входит в камеру инкубации снизу (со стороны ниши компрессора) и расположен вертикально в углу камеры по всей высоте. На нём на уровне каждой из двух полок укреплены две одинаковые кулисы 11, которые посредством штырей 10 и толкателей 9 перемещают каретки 8 по установленным на полках направляющим 7. Расстояние с, на которое перемещаются каретки, согласно рекомендациям [4], выбрано равным 70 мм, что подходит, как показала практика, для инкубируемых яиц всех четырёх видов домашней птицы. Другие, указанные на рис. 1, размеры для пра-

вильной работы механизма должны находиться в соотношении $a/b=c/d$.

Электродвигатель привода кареток с яйцами после включения работает до тех пор, пока один из концов планки 3 не нажмёт на конечный переключатель 1. В результате планка каждый раз поворачивается на половину оборота, а каретка перемещается из одного крайнего положения в другое.

Блок управления инкубатором состоит из модулей, которые помещены в отдельный корпус, установленный снаружи шкафа. На рис. 2 показана схема соединения его модулей между собой. Модуль инкубации А1 обеспечивает регулирование температуры в инкубационной камере, управление электроклапаном долива воды в испарительную ванну, выдержку времени между сеансами вентиляции и переворота яиц, согласованную работу всех узлов инкубатора. В нём имеется стабилизатор напряжения 9 В, используемый и для питания других модулей.

К разъёму А1.X7 (здесь и далее во избежание путаницы позиционные обозначения элементов, входящих в состав того или иного модуля, снабжены префиксами в виде обозначений модулей) подключены электронные ключи на германиевых транзисторах VT1—VT5, которые управляют исполнительными элементами: лампами накаливания, электроклапаном, электродвигателем поворота яиц, вентилятором. К разъёму А1.X2 подключены кнопки SB2 и SB3 для принудительного включения вентилятора и электродвигателя привода поворота яиц. С разъёмом А1.X4 соединён кнопочный переключатель SB1, с помощью которого задают вид птицы, яйца которой инкубируются. К разъёму А1.X1 подключены находящиеся в шкафу инкубации датчик уровня воды и терморезистор, а на разъём А1.X5 подаётся сигнал от конечного переключателя привода кареток с яйцами. Разъём А1.X8 соединён с разъёмом X3 кросс-платы, к которому подведено напряжение питания. К разъёмам А1.X3 и А1.X6 присоединены соответственно А2.X4 и А2.X5.

Модуль управления А2 считает сутки, прошедшие с момента начала инкубации и задаёт её режим. К его разъёму А2.X1 подключены кнопки SB4—SB6, позволяющие вручную устанавливать режим и продолжительность инкубации. Выключатель SA2 отключает автоматическую смену режимов. Сделав это, можно инкубировать яйца любого вида птиц, управляя процессом вручную.

К разъёму А2.X2 подключён модуль индикации работы А3, который содержит светодиодные индикаторы, отображающие текущее состояние инкубатора.

Питание инкубатора от сети переменного тока происходит через трансформатор Т1 и управляемый мостовой тринисторный выпрямитель [6]. Модуль стабилизации напряжения А4 формирует сигналы управления тринисторами VS1 и VS2 таким образом, что на выходе выпрямителя, состоящего из диодов VD3—VD8, тринисторов VS1, VS2, дросселя L1 и конденсаторов C1, C2, поддерживается стабильное напряжение. При использовании в качестве резерв-

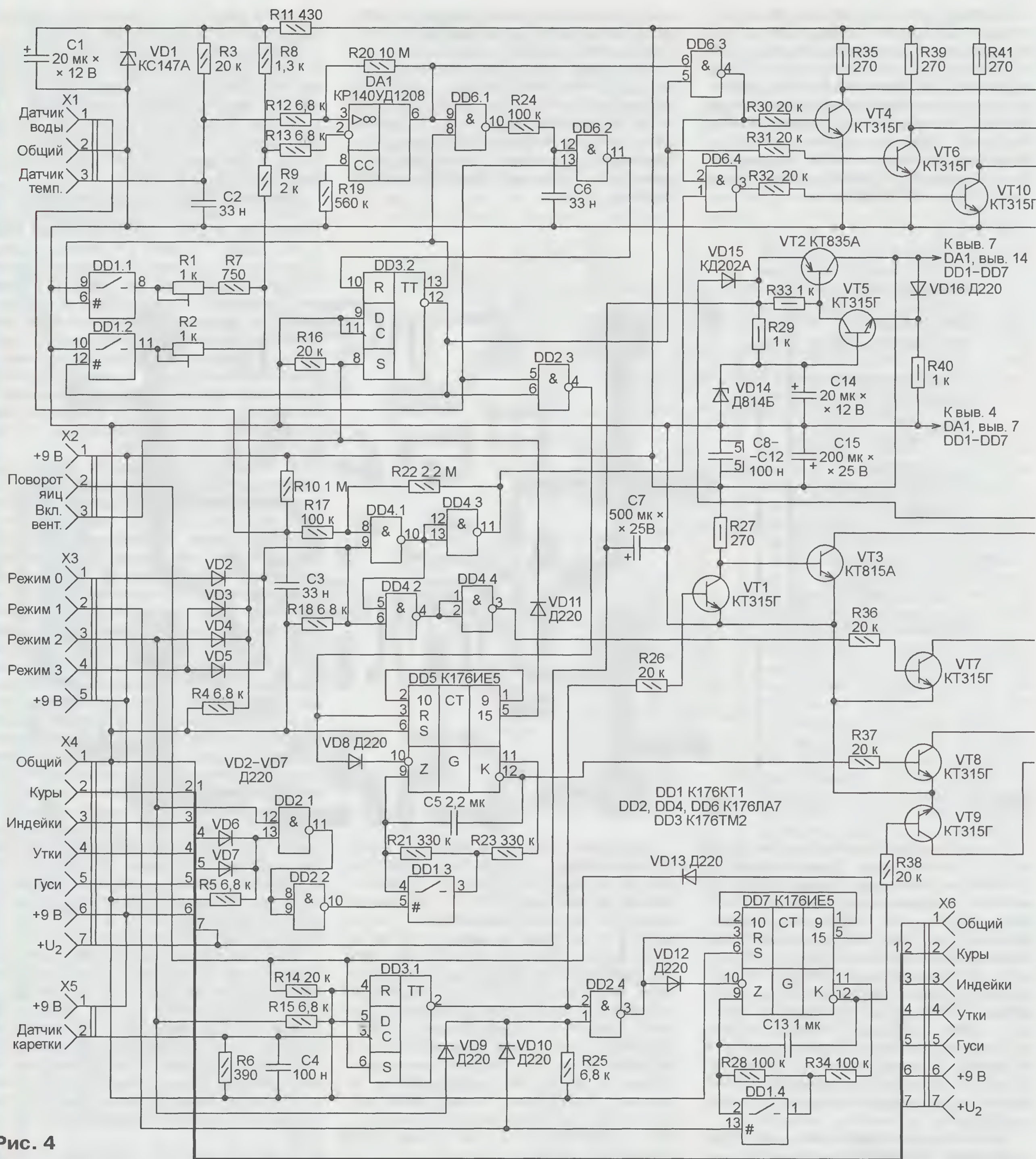


Рис. 4

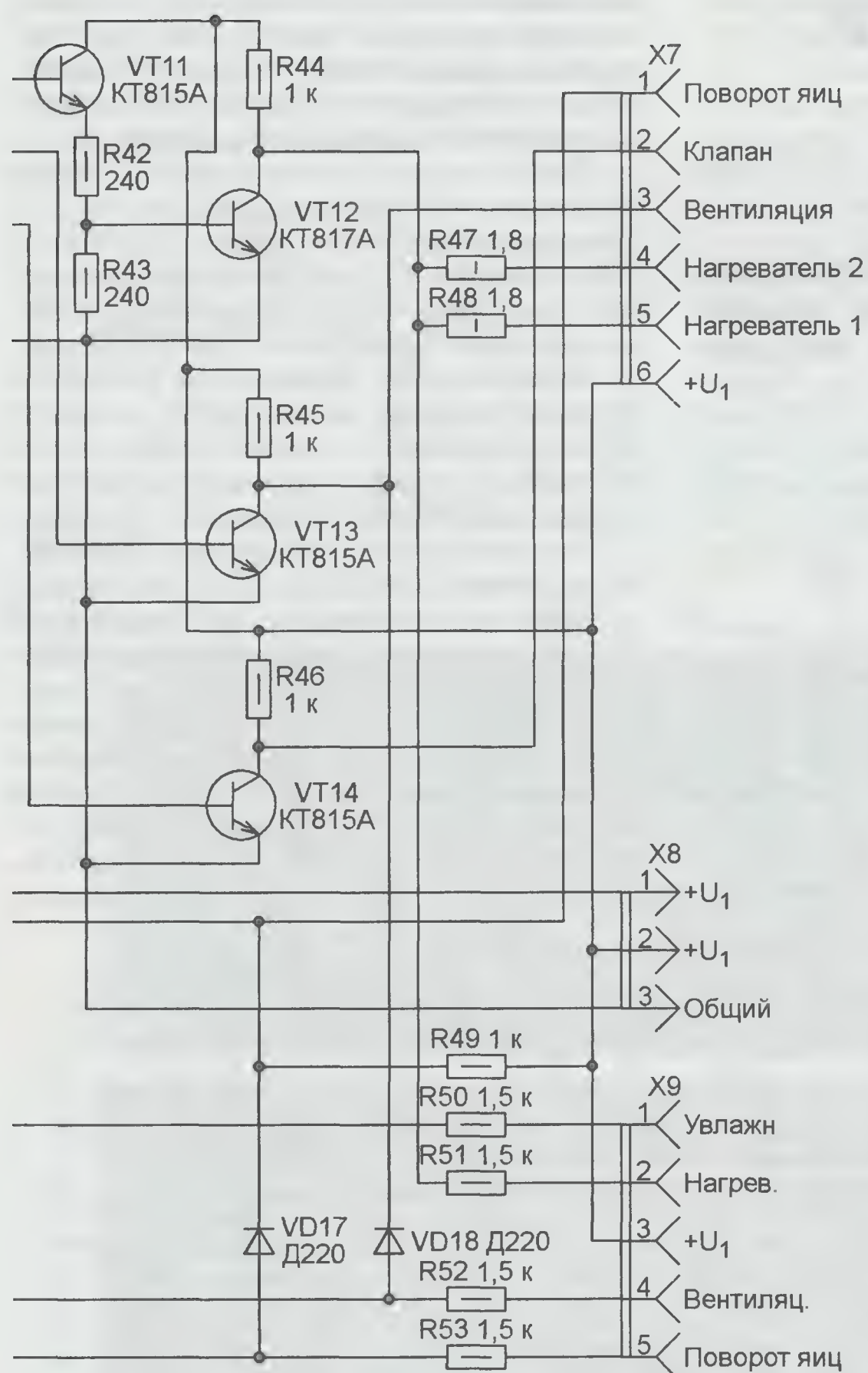
ного источника питания автомобильной стартерной свинцово-кислотной аккумуляторной батареи оно устанавливается равным 13,2 В (переключатель SA3 в верхнем по схеме положении), а при использовании батареи из десяти щелочных аккумуляторов — 14,5 В (переключатель в нижнем положении).

Для контроля напряжения питания предназначен модуль А5. В случае отклонения контролируемого напряжения от номинального значения он заставляет мигать находящиеся в модуле А3 индикаторы режима и времени инкубации.

Электрическая схема шкафа инкубатора показана на рис. 3. В нём имеются лампы-нагреватели EL1—EL4, электродвигатель привода кареток с яйцами M2, электродвигатель вентилятора M1, электроклапан Y1, конечный переключатель привода кареток SF1 (поз. 1 на рис. 1) с триггером на транзисторах VT1 и VT2, устраняющим влияние дребезга его контактов на работу инкубатора, терморезистор RK1, датчик уровня воды в испарительной ванне B1. На герконовых реле K1—K4 собран узел контроля исправности ламп-нагревателей. Об-

мотки этих реле намотаны непосредственно на герконах K1.1—K4.1 и содержат по пять витков изолированного провода сечением 2,5 мм².

Схема модуля инкубации А1 показана на рис. 4. На операционном усилителе А1. DA1 собран компаратор канала регулирования температуры в инкубационной камере. Когда она снижается, на неинвертирующем входе (выв. 3) компаратора напряжение растёт. В тот момент, когда оно станет больше, чем на инвертирующем входе (выв. 2) компаратора, на его выходе установится напря-



жение высокого логического уровня, близкого к 9 В. Таким же станет уровень и на одном из входов (выв. 6) элемента 2И-НЕ A1.DD6.3. Если и на другом его входе (выв. 5) уровень такой же, на выходе этого элемента уровень напряжения станет низким. В этом случае транзистор A1.VT4 закрывается. С его коллектора напряжение через усилитель тока на транзисторах A1.VT11, A1.VT12 поступает на базы германиевых транзисторов VT4 и VT5. Каждый из них управляет двумя лампами-нагревателями, установленными в шкафу инкубации.

При включении вентиляции триггером A1.DD3.2 низкий уровень с его инверсного выхода (выв. 12) блокирует элемент 2И-НЕ A1.DD6.3 и нагреватели, если они были включены, выключаются. Кроме того, этим же сигналом закрывается транзистор A1.VT6 и размыкается ключ A1.DD1.2, на котором выполнен коммутатор подстроечного резистора A1.R2 (им устанавливают температуру инкубации равной 37,6 °C). На коллекторе транзистора A1.VT6 появляется напряжение, которое открывает транзисторы A1.VT13 и VT3. Транзистор VT3 управляет вентилятором.

С прямого выхода (выв. 13) триггера вентиляции сигнал поступает на ключ A1.DD1.1, коммутирующий подстроечный резистор A1.R1 и постоянный A1.R7, которые задают температуру выключения вентилятора равной 30 °C,

A1.DD4.2 и A1.DD4.4 — узел индикации увлажнения. При отсутствии или недостаточном уровне воды в испарительной ванне напряжение на выв. 8 элемента A1.DD4.1 выше порогового, он переключается и на его выходе (выв. 10) устанавливается низкий уровень напряжения, а на выходе A1.DD4.3 — высокий. Низкий уровень поступает на вход (выв. 5) элемента A1.DD4.2. С выхода A1.DD4.3 напряжение высокого уровня поступает на один из входов (выв. 1) элемента A1.DD6.4. Если нагрев выключен, то A1.DD6.4 инвертирует этот сигнал и транзистор A1.VT10 закрывается. Появившееся на коллекторе этого транзистора напряжение открывает транзисторы A1.VT14 и VT2. Открывшийся транзистор VT2 подаёт напряжение на обмотку электроклапана. Долив воды в испарительную ванну не производится в режимах инкубации 1 и 2, когда уровень напряжения на выв. 9 элемента A1.DD4.1 низкий.

Триггер A1.DD3.1 использован для управления приводом кареток. Электродвигатель этого привода включается установкой высокого уровня напряжения на входе S триггера A1.DD3.1 вручную кнопкой SB2 и периодически таймером на микросхеме A1.DD7 через диод VD13. При этом триггер устанавливается в состояние с низким уровнем напряжения на инверсном выходе (выв. 2). Транзистор A1.VT1 закрывается, а

а также на вход (выв. 8) элемента 2И-НЕ A1.DD6.1. Когда температура в инкубационной камере опускается ниже 30 °C, уровень напряжения на выходе ОУ A1.DA1 становится высоким. Элемент 2И-НЕ A1.DD6.1 пропускает сигнал с выхода компаратора, инвертируя его, на элемент 2И-НЕ A1.DD6.2. Ещё раз проинвертированный элементом A1.DD6.2, этот сигнал поступает на вход R триггера A1.DD3.2, что приводит к отключению вентиляции. Включается она подачей высокого уровня на вход S триггера A1.DD3.2 принудительно кнопкой SB3 и периодически таймером на микросхеме A1.DD5.

Когда вентиляция включена, генератор таймера на микросхеме A1.DD5 остановлен, а его счётчик обнулён. Управляет таймером элемент A1.DD2.3. В режимах инкубации 1 и 3 на выв. 13 элемента A1.DD6.2 и на выв. 5 элемента A1.DD2.3 подано напряжение низкого уровня, поэтому триггер A1.DD3.2 и таймер A1.DD5 заблокированы и вентиляция не включается.

На элементах A1.DD4.1 и A1.DD4.3 по схеме триггера Шмитта собран узел управления электроклапаном, а на элементах

A1.VT3 и VT1 открываются, и запускается электродвигатель M2. Пока электродвигатель работает, сигналом с выхода элемента A1.DD2.4 заблокирован генератор таймера на микросхеме A1.DD7 и обнулён его счётчик. В момент, когда концевой переключатель положения кареток срабатывает, на входе С триггера A1.DD3.1 происходит нарастающий перепад напряжения, что переключает триггер и останавливает электродвигатель.

Время выдержки таймеров вентиляции и переворота яиц изменяется с помощью ключей A1.DD1.3 и A1.DD1.4 в зависимости от вида птицы и режима инкубации. Более подробно об отсчёте интервалов времени с помощью микросхемы K176IE5 можно узнать из [7].

Транзистор A1.VT8 включает индикаторный светодиод A3.HL3 с частотой работы генератора таймера вентиляции на микросхеме A1.DD5. Транзистор VT9 выполняет такую же функцию для светодиода A3.HL4, но с частотой генератора микросхемы A1.DD7 таймера поворота яиц. На стабилитроне A1.VD14, диоде A1.VD16, транзисторах A1.VT2 и A1.VT5 построен стабилизатор напряжения +9 В. Разъём A1.X6 дублирует разъём A1.X4 и предназначен для передачи сигналов кнопочного переключателя вида птицы SB1 в модуль A2.

ЛИТЕРАТУРА

1. Владимирова Ю. Н. (ред.) Справочник по инкубации яиц. — М.: Колос, 1983.
2. Щербина П. Ф. Разведение индеек. — М.: Колос, 1974.
3. Горюнов Н. А. Разведение уток (учебное пособие). — М.: Колос, 1971.
4. Берлинер О. Инкубатор-автомат. — Моделист-конструктор, 1973, № 2, с. 22—24.
5. Инкубатор бытовой "Наседка". Руководство по эксплуатации.
6. Найвельт Г. С. и др. Источники электропитания радиоэлектронной аппаратуры Справочник. — М.: Радио и связь, 1985.
7. Мединский Л. Простое экономичное реле времени. — Радио, 1988, № 1, с. 40—43.

(Окончание следует)

МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА

Условия см. на с. 7

БЕСПРОВОДНАЯ ПЕРЕДАЧА ЗВУКА!

ПЕРЕДАТЧИКИ, ПРИЁМНИКИ,
PLL-СИНТЕЗАТОРЫ
www.new-technik.ru

* * *

РАДИОДЕТАЛИ — ПОЧТОЙ ПО ВСЕЙ РОССИИ!

Самый широкий выбор радиодеталей, запчастей для ремонта, радиоловительских наборов и гаджетов.

Тел.: для Москвы (495) 543-47-96, (916) 029-9019,
для России многоканальный бесплатный номер 8-800-200-09-34.

Интернет-магазин:

WWW.DESSY.RU

e-mail: zakaz@dessy.ru

Определитель номеров проводов кабеля с речевой индикацией

В. АКСЁНОВ, г. Москва

Предлагаемый прибор, работая совместно с компьютером, позволяет определить номер каждого провода в кабеле, содержащем от двух до ста проводов, и найти, если они есть, замкнутые между собой провода.

В отличие от описанной в статье В. Назарова "Приставки к компьютеру для "прозвонки" кабелей с речевым оповещением" ("Радио", 2010, № 11, с. 22, 23), в этом приборе отсутствует прямая связь выводов микросхем с проводами проверяемого кабеля. Речевые сообщения о номерах проводов передаются по тому же кабелю. Это даёт возможность проверить его силами одного человека, находящегося рядом с удалённым от прибора концом кабеля, к которому не требуется прокладывать

никаких дополнительных проводов. Выполняя её, он пользуется пробником, состоящим из гальванической батареи напряжением 9 В ("Крона", 6F22), резистора, конденсатора и головных телефонов, в которых слышны сообщения. Схема пробника показана на рис. 1.

Другой конец проверяемого кабеля подключают к прибору, собранному по схеме, изображённой на рис. 2. Его разъём XS1 соединён с разъёмом физического или виртуального (созданного с помощью адаптера USB—COM) COM-порта компьютера. Отдельный источник питания прибору не требуется, он питается от одной из линий COM-порта. Выходной разъём аудиокарты компьютера соединяют с гнездом XS2 прибора.

Компьютерная программа формирует на линии DTR COM-порта импульсы, которые через инвертор на транзисторе VT1 поступают на счётный вход микросхемы DD1, образующей вместе с микросхемой DD2 двухразрядный десятичный счётчик. С помощью ключей на транзисторах VT2—VT11 микросхема DD1 (счётчик единиц) поочередно соединяет с общим проводом горизонтали матрицы 10×10 из электронных

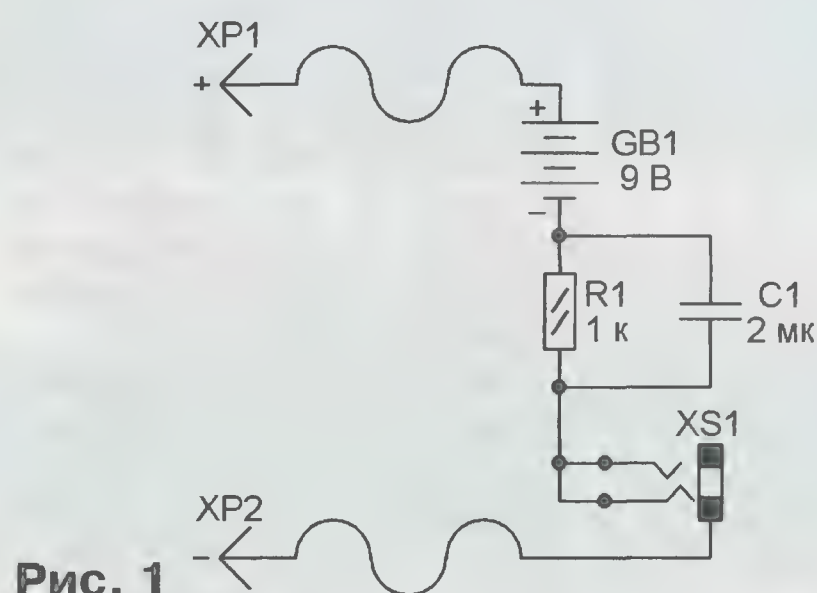


Рис. 1

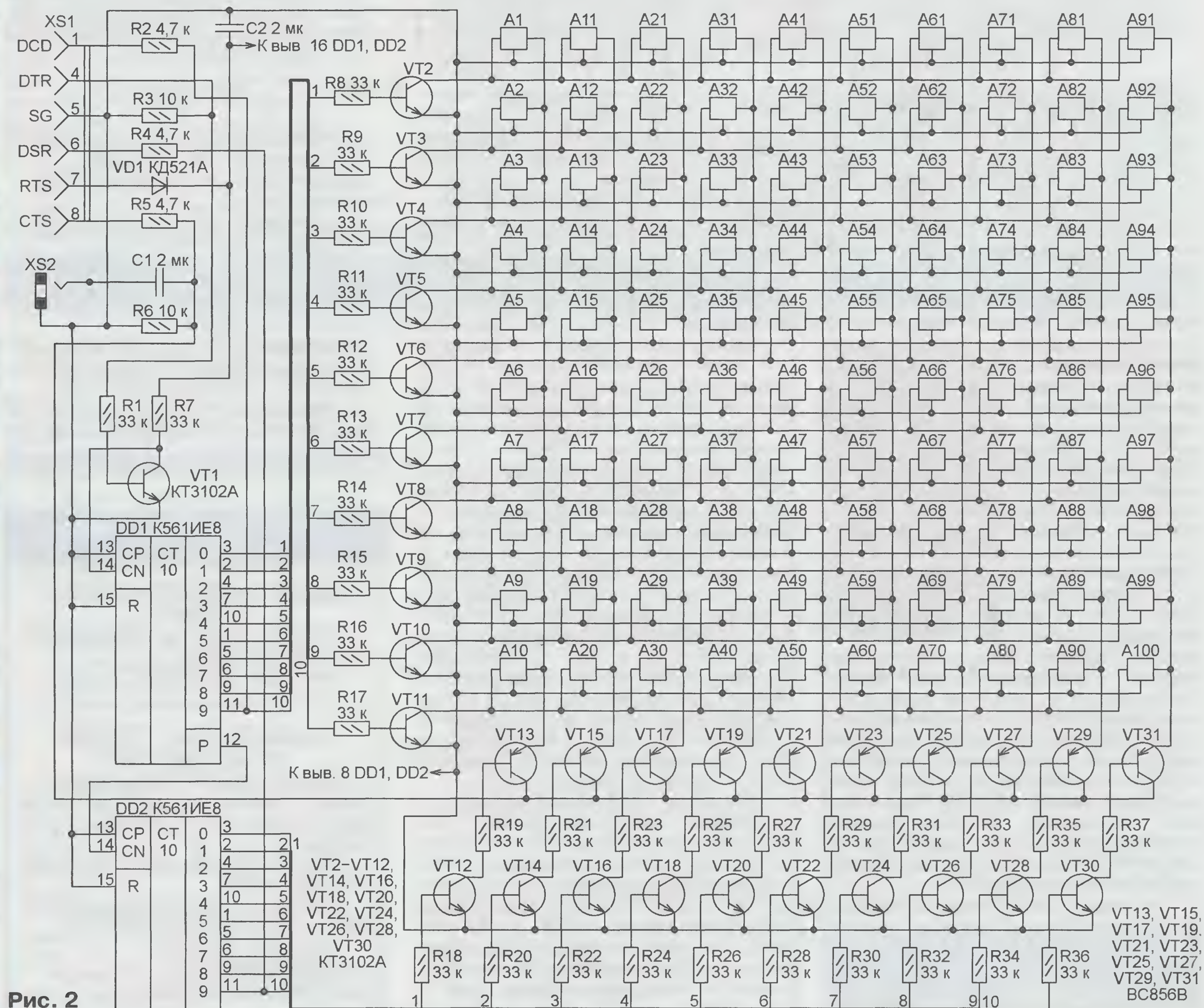


Рис. 2

ключей A1—A100. Микросхема DD2 (счётчик десятков) с помощью ключей на транзисторах VT12—VT31 поочерёдно соединяет вертикали матрицы с резистором R6 и далее через резистор R5 с линией CTS COM-порта. Импульсы с выходов 9 микросхем счётчика посту-

пают по линиям DCD и DSR в компьютер и используются для синхронизации. Напряжение питания прибора поступает с линии RTS COM-порта через диод VD1 и сглаживается конденсатором C2.

Все ключи A1—A100 одинаковы и собраны по схеме, изображённой на рис. 3. С гнездами nXS1 (n — номер ключа) соединяют в порядке номеров провода одного из концов проверяемого кабеля. С любым из проводов на другом его конце соединяют минусовый щуп XP2 пробника. Благодаря имеющимся в каждом ключе матрицы диодам nVD1 он будет фактически подключён к общему проводу прибора. С проводом, номер которого нужно определить, соединяют плюсовой щуп XP2 пробника.

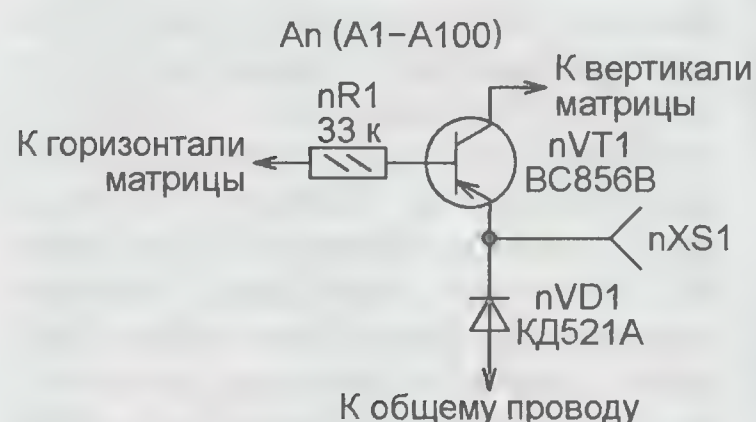


Рис. 3

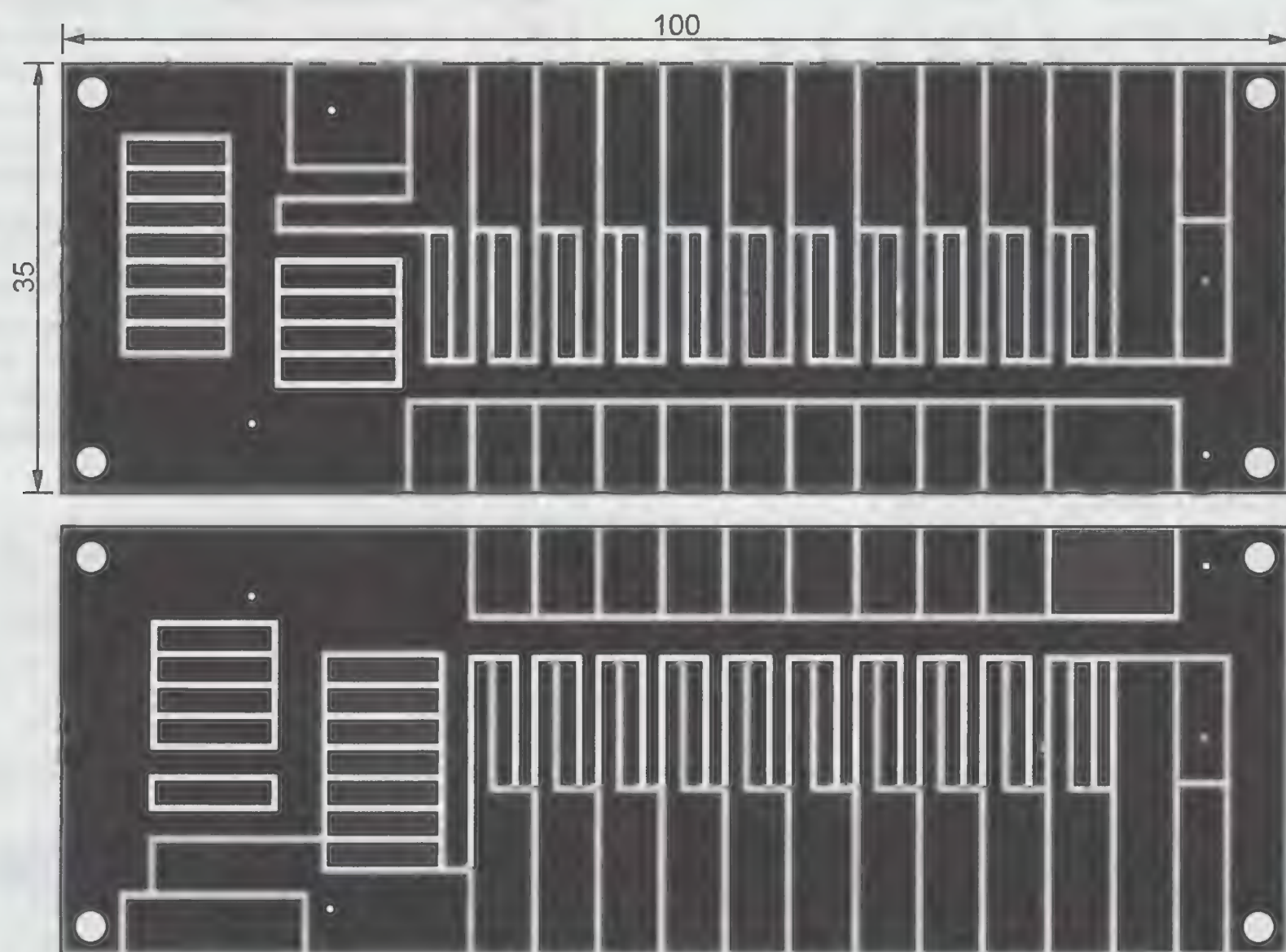


Рис. 4

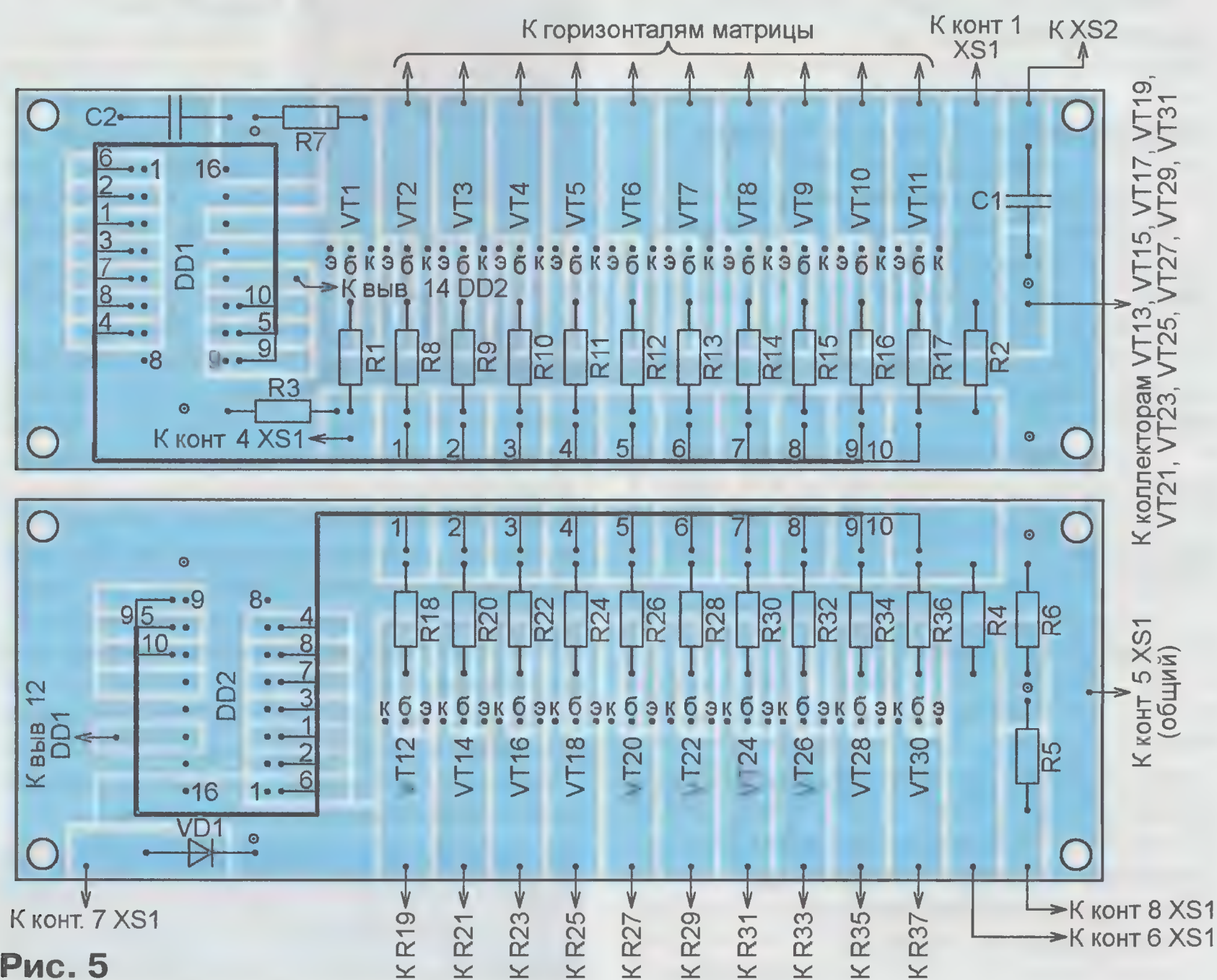


Рис. 5

В тот момент, когда соответствующая вертикаль матрицы соединена с резистором R6, а её горизонталь — с общим проводом, транзистор nVT1 будет открыт и на линию CTS COM-порта компьютера поступит напряжение батареи GB1 пробника. Обнаружив это, работающая в компьютере программа приостановит формирование счётных импульсов и, зная состояние счётчиков DD1 и DD2, воспроизведёт хранящееся в памяти сообщение, содержащее номер провода. Через открытые ключи и проверяемый провод сигнал дойдёт до пробника. Оператор услышит сообщение в головных телефонах. Затем проверка кабеля продолжится. Сообщение будет повторяться в каждом её цикле.

Если несколько проводов замкнуты между собой, то будут "произнесены" номера каждого из них. Поэтому прежде чем переносить щуп на другой провод, следует прослушать как минимум два сообщения и убедиться, что они содержат один и тот же номер. Чтобы определить номер провода, к которому был подключён минусовый щуп пробника, достаточно поменять щупы местами.

Программа, управляющая проверкой, разработана и проверена на компьютере с операционной системой Windows XP. Особых требований к скорости работы компьютера и объёму его оперативной памяти не предъявляется. В одной папке с исполняемым файлом программы должны находиться звуковые файлы с именами NN.wav, где NN — номер проверяемого провода от 1 до 100. Каждый из файлов содержит фразу, произносимую при обнаружении соответствующего провода. Число таких файлов должно быть не меньше числа проводов кабеля.

Предлагаемый прибор определяет номера проводов с высокой достоверностью. Даже если сформируется случайное, вызванное помехой сообщение, проверяющий его не услышит, так как оно будет направлено не в тот провод кабеля, к которому подключён щуп пробника.

Прибор имеет модульную конструкцию с вертикальным расположением плат. Они выполнены из фольгированного стеклотекстолита методом вырезания зазоров между участками фольги, используемыми для монтажа деталей.

Монтаж на плате модуля управления — двусторонний. Чертёж двух её сторон показан на рис. 4, а расположение деталей на них — на рис. 5. На одной стороне расположены счётчик DD1, транзисторы VT1—VT11, относящиеся к ним резисторы, конденсаторы C1 и C2. На другой — счётчик DD2, транзисторы VT12, VT14, VT16, VT18, VT20, VT22, VT24, VT26, VT28, VT30, относящиеся к ним резисторы, а также резисторы R4—R6 и диод VD1. Соединения микросхем с подключаемыми к их выводам деталями выполнены в основном перемычками из изолированного провода. На плате имеются четыре переходных отверстия, которые помечены на рис. 5 точками внутри. В них нужно вставить и пропаять с двух сторон короткие отрезки неизолированного провода.

На десяти одинаковых платах, выполненных по чертежу на **рис. 6**, расположены ключи А1—А100 (по десять ключей, соединённых с одной вертикалью матрицы, на каждой). Эти платы — односторонние. Расположение деталей на одной из них, содержащей ключи А1—А10, показано на **рис. 7**. Сначала на плату монтируют транзисторы (рис. 7,а), причём VT13 предварительно переворачивают и отгибают его выводы в противоположную заводской формовке сторону. Затем, как показано на рис. 7,б, монтируют диоды и резисторы. Модули остальных вертикалей аналогичны описанному.

Все транзисторы должны иметь малый ток утечки и коэффициент передачи тока $h_{21э}$ не менее 100. Резисторы — МЛТ-0,125 или подобные. Диоды КД521А можно заменить любыми кремниевыми с такими же или меньшими габаритными размерами. Конденсаторы использованы керамические для поверхностного монтажа с рабочим напряжением не менее 10 В.

Если компьютер не оснащён COM-портом, для связи с ним можно использовать переходник USB—COM. Такие переходники выпускают многие фирмы, но самый дешёвый приобретать не стоит. Он может работать со сбоями.

Программа для устройства написана с помощью системы разработки про-

грамм Delphi 7. Компонент VComPort, обслуживающий COM-порт, найден в Интернете по адресу <http://delphi7.do.am/index/0-2>. Запись звука про-

free-sound-editor.com/download.html. Для работы важно, чтобы звуковые файлы находились в одной папке с исполняемым файлом программы.

Перед запуском программы необходимо соединить устройство с COM-портом компьютера или через переходник USB—COM с его портом USB, а также с аудиовыходом компьютера. К гнездам 1XS1—100XS1 подключают в порядке номеров (если они известны) или в произвольном порядке провода одного конца проверяемого кабеля. Запустив программу, следует подключить минусовый щуп пробника к любому проводу на противоположном конце кабеля и, касаясь плюсовым щупом других проводов, прослушивать сообщения об их номерах (точнее, о номерах гнезд прибора, к которым они присоединены). Одновременно те же номера будут появляться на экране компьютера вместе со значениями длительности формируемых речевых сообщений. Для получения номера провода, к которому был подключён минусовый щуп, достаточно коснуться его плюсовым щупом, предварительно перенеся минусовый на любой другой провод.

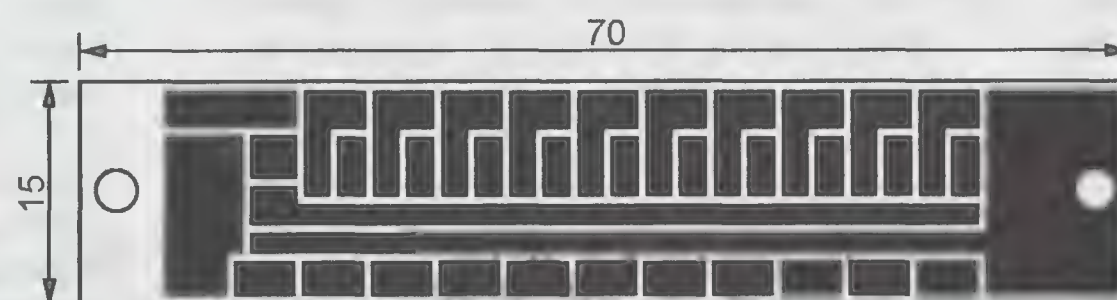


Рис. 6

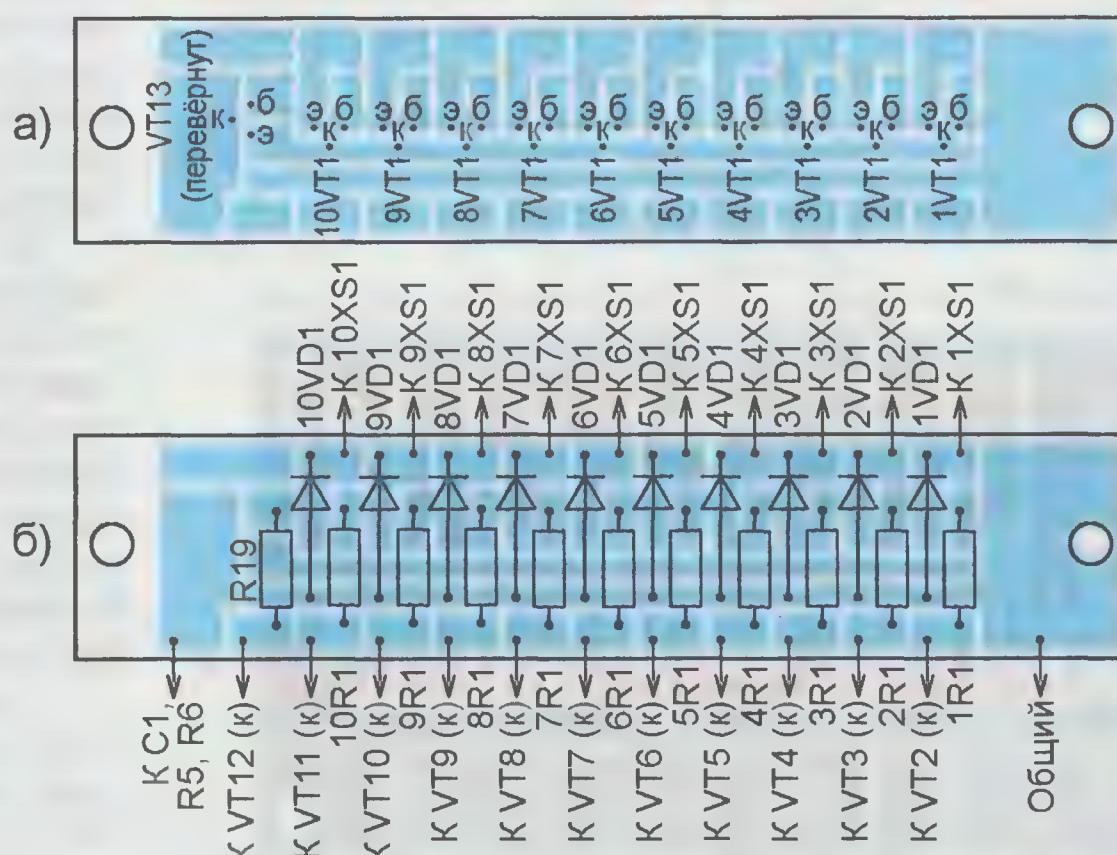


Рис. 7

изведена с микрофона средствами Windows XP. Для подготовки звуковых файлов использовалась программа Power Sound Editor Free <http://www.>

От редакции. Компьютерная программа, определяющая номера проводов кабеля, имеется по адресу <ftp://ftp.radio.ru/pub/2014/03/wirenum.zip> на нашем FTP-сервере.

МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА

Условия см. на с. 7

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ НА WWW.S-10MITINO.RU

Всё для ремонта и производства радиоэлектронной аппаратуры, автомобильной и бытовой радиотехники.

Продажа оптом и в розницу в павильоне 546 ТК "Митинский радиорынок". Работаем с 9.00 до 18.00 ежедневно. Почтовая и курьерская доставка.

Наш адрес: Москва, Пятницкое шоссе, 18, 3 эт., пав. 546.

8-905-782-47-71

mat-roskin@rambler.ru

www.s-10mitino.ru

125464, Москва, аб. ящ. 39.

* * *

Новинки!

➤ **SLR0030** — Линейный стабилизатор напряжения.

Низкое падение напряжения, выходной ток до 1 А, модификации с выходным напряжением 1.8 В, 3.0 В, 5.0 В.

➤ **SCV0031** — Импульсный мало-мощный понижающий преобразователь.

Высокий КПД, низкое выделение тепла, миниатюрные размеры, моди-

фикации с выходным напряжением 1.8 В, 3.0 В, 5.0 В.

Интернет-магазин для радиолюбителей — **www.ekits.ru**

* * *

Издательство "Наука и Техника" высылает книги

наложенным платежом:

➤ Белов А. Разработка устройств на микроконтроллерах AVR: шаг за шагом от "чайника" до профи. Книга + видеокурс на CD, 528 стр. — 439 руб.

➤ Никулин С. Энциклопедия начинающего радиолюбителя, 384 стр. — 208 руб.

➤ Корякин-Черняк С. Краткий справочник сварщика, 288 стр. — 131 руб.

Цены указаны без учёта почтовых расходов.

Звоните 8-812-412-70-25

Пишите **admin@nit.com.ru**

192029, С.-Петербург, а/я 44

* * *

Высылаем почтой радионаборы, радиодетали.

Каталог бесплатный. Конверт с обратным адресом обязателен.

E-mail: **gsa6363@mail.ru**

www.elecom.w500.ru

Вышла в свет новая книга



**Бакалов В. П.,
Дмитриков В. Ф.,
Крук Б. И.**

Основы теории цепей: Учебное пособие для вузов. Под ред. В. П. Бакалова. — 4-е изд. — М.: Горячая линия—Телеком, 2013. — 596 с.: ил. ISBN 978-5-9912-0329-6.

Изложена теория электрических цепей, на основе которой даётся представление об анализе и синтезе схем усилителей, генераторов, фильтров, корректоров и других устройств. С целью лучшего усвоения материала большинство теоретических положений проиллюстрировано примерами. В конце глав приводятся тесты для самоконтроля.

Для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 210700 — "Инфокоммуникационные технологии и системы связи".

**Научно-техническое издательство
«Горячая линия — Телеком»
Справки по тел.: (495) 737-39-27,
WWW.TECHBOOK.RU**

Управление электрическим отопительным котлом

В. КИБА, г. Каменск-Шахтинский Ростовской обл.

Печатная плата модуля индикации и управления — двусторонняя. Чертёж её печатных проводников изоб-

ражён на рис. 5, а расположение деталей — на рис. 6. Если эта плата будет изготавливаться по технологии без

сторон короткие отрезки неизолированного провода. Выводы деталей также пропаивают с двух сторон.

Остальные печатные платы — односторонние. Чертёж платы модуля симисторных коммутаторов показан на рис. 7. Соединения электродов 1 симисторов с контактными площадками на печатной плате выполняют изолированными проводами сечением не менее 2,5 мм². Вентилятор М1 закреп-

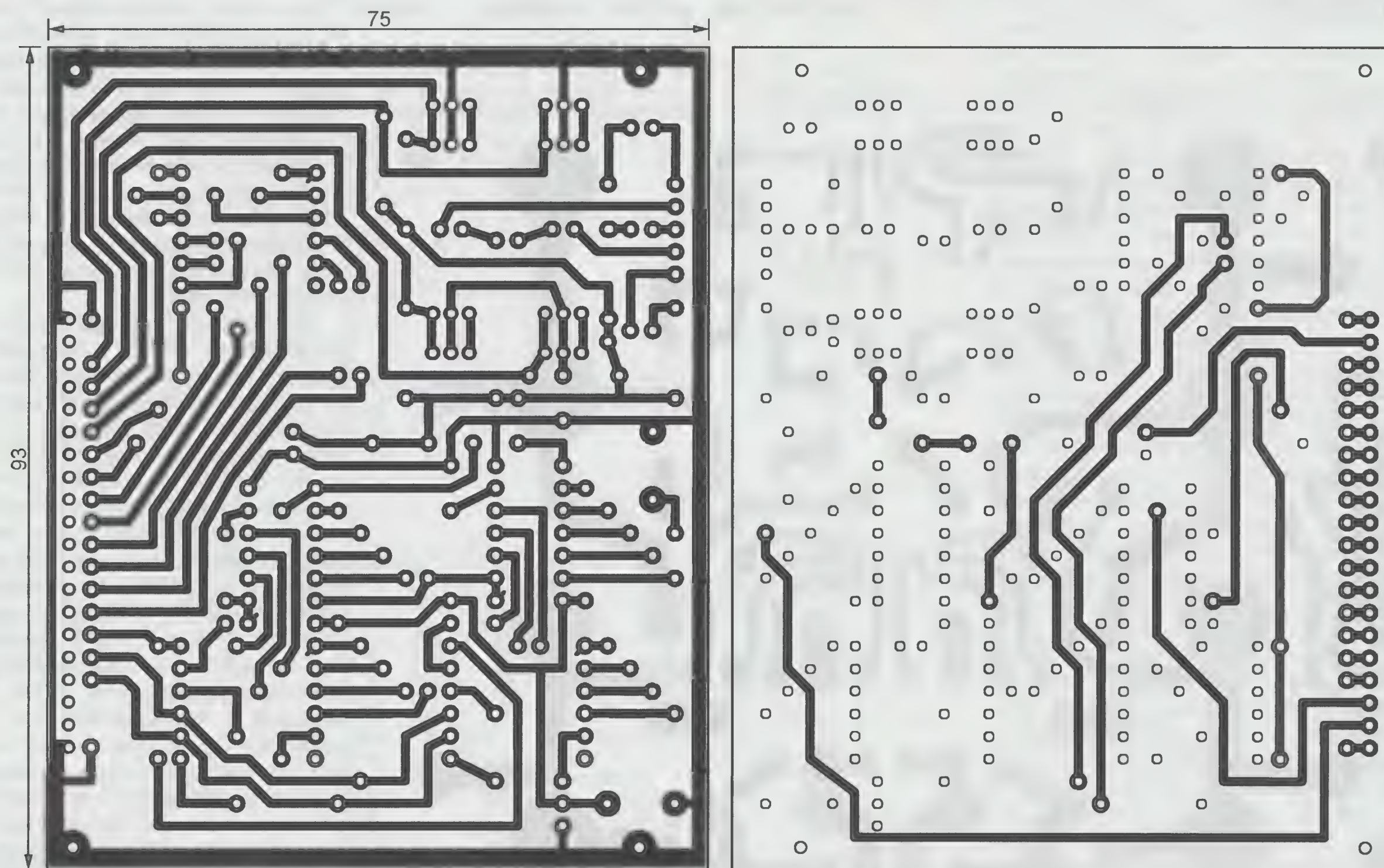


Рис. 5

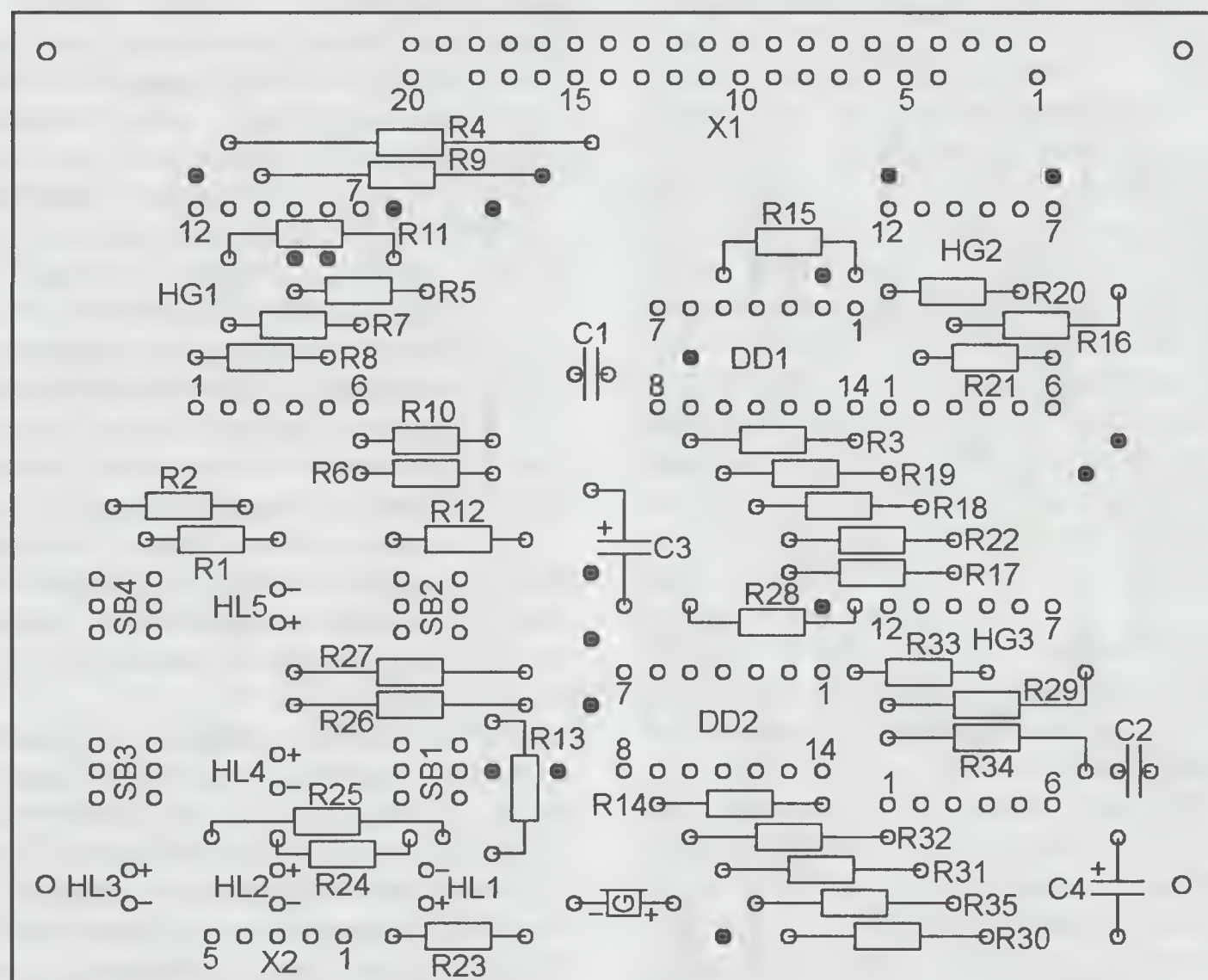


Рис. 6

лён на П-образных теплоотводах симисторов 1VS1—1VS4 (рис. 8). Для этого в верхних полках теплоотводов сделаны резьбовые отверстия. Чертёж платы модуля питания и межмодульных соединений изображён на рис. 9.

В устройстве применены постоянные резисторы МЛТ, С2-33, оксидные конденсаторы К50-35 или импортные, остальные конденсаторы — К73-17. Все микросхемы и индикаторы HG1—HG3 установлены в панели.

Блок управления отопительным котлом собран в корпусе от музыкального центра "LG" (рис. 10). На нижней металлической панели корпуса, которая стала задней панелью блока, закреплены все модули, контактор, автоматы защиты сети и другие крупные детали. Верхняя пластмассовая панель превратилась в переднюю. В ней сделаны отверстия для индикаторов и кнопок управления, а также для доступа к выключателю SA1 и автоматам защиты сети SA2—SA5. Боковые стенки корпуса обрезаны до нужных размеров. В нижней его части расположены разъёмы для подключения датчиков температуры и внешних силовых цепей. Силовые цепи блока выполнены изолированным монтажным проводом сечением не менее 2,5 мм².

Окончание.

Начало см. в "Радио", 2014, № 2

металлизации отверстий, в те из них, которые показаны на рис. 6 залитыми, необходимо вставить и пропаять с двух

Управляют котлом с помощью четырёх кнопок, установленных в блоке индикации и управления. Изменить температуру стабилизации можно в любой момент кнопками SB4 "+" и SB3 "-". Если датчик, измеряющий температуру воздуха в помещении, не подключён, стабилизируется температура воды в котле. С подключением этого датчика на индикатор выводятся его показания и стабилизируется температура в помещении.

На индикатор HG1 модуля индикации и управления в рабочем режиме выводится при наличии датчика BK3 заданная температура воздуха в помещении, а без него — заданная температура воды в котле (на выходе или на входе в зависимости от установленного режима). На индикатор HG2 выводится измеренная температура воздуха в помещении или воды на выходе из котла. На индикатор HG3 при подключённом датчике темпера-

туры воздуха будет выведена измеренная температура воды на выходе котла, а при отключённом — на входе в него.

Нажатиями на кнопку SB1 "Режим" входят в сервисный режим и выбирают параметр, который предполагается изменить. Кнопкой SB3 "-" уменьшают, SB4 "+" увеличивают значение выбранного параметра. Нажатием на кнопку SB2 "Память" записывают значения изменённых параметров в EEPROM микроконтроллера. Для восстановления параметров, заданных по умолчанию, т. е. возвращения к их значениям, действовавшим при первом включении системы, необходимо удерживать кнопку SB2 "Память" нажатой более 5 с. Когда раздастся непрерывный звуковой сигнал, кнопку можно отпустить.

В сервисном режиме на индикатор HG2 выводится буква П с номером регулируемого параметра, а на индикатор HG1 — его значение. Все регулируемые параметры, пределы их изменения и значения по умолчанию указаны в **таблице**. В неё включены также параметры, задаваемые в рабочем режиме, а потому не имеющие условных обозначений на индикаторе. Это значения поддерживаемой системой отопления температуры воды в котле или воздуха в помещении. Все параметры могут принимать только целые значения. Следует помнить, что программа микроконтроллера не проверяет их корректность. По этой причине, изменяя параметры, следует руководствоваться здравым смыслом и соблюдать осторожность.

Предусмотрены три способа выхода из сервисного режима. Во-первых, это происходит после нажатия на кнопку "Память" и записи информации в EEPROM. Во-вторых, автоматически через минуту после последнего нажатия на любую кнопку. В-третьих, в результате перебора всех параметров до выхода в рабочий режим. Все нажатия на кнопки сопровождаются подтверждающими звуковыми сигналами. Изменённые значения параметров, не записанные в EEPROM, действуют только до выключения устройства.

При первом включении микроконтроллерного модуля с только что загруженной программой из неё в EEPROM микроконтроллера переписываются значения параметров, заданные по умолчанию. Но для этого EEPROM должна быть чистой (содержать 0FFH во всех ячейках), иначе информация переписана не будет, все параметры придётся устанавливать вручную.

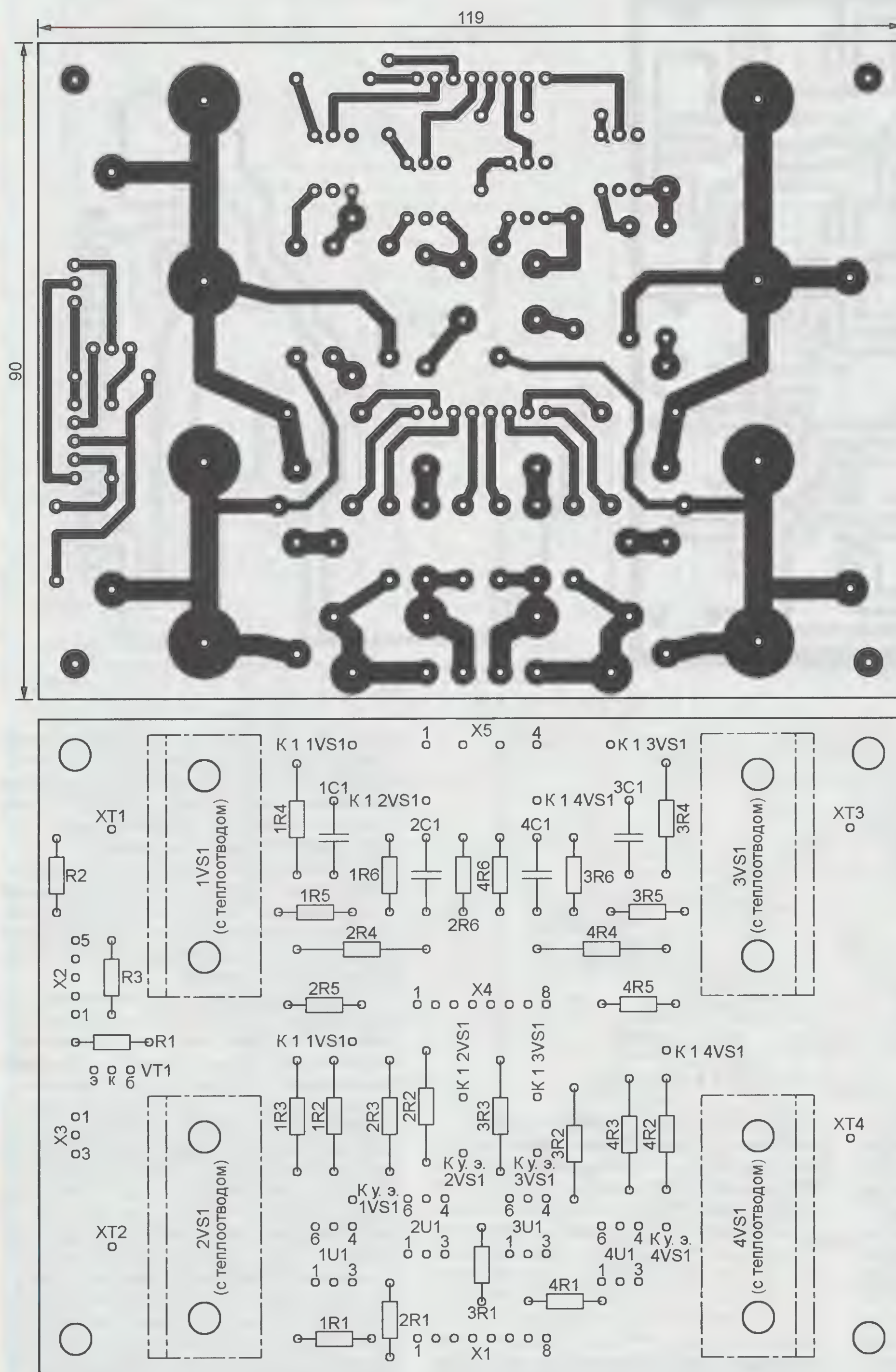


Рис. 7



Рис. 8

После инициализации датчиков температуры и системы индикации программа проверяет состояние термовыключателя SF1 и, если температура воды ниже допустимой, подаёт короткий звуковой сигнал готовности и включает контактор. Определив, какие датчики подключены, программа управляет нагревателями, поддерживая заданную температуру воды в

котле или воздуха в помещении. Показания отсутствующего или неисправного датчика заменяются на индикаторе тремя тире.

При температуре ниже заданной включаются насос, вентилятор охлаждения симисторов и поочерёдно

через заданные промежутки времени — нагревательные элементы. По достижении заданной температуры

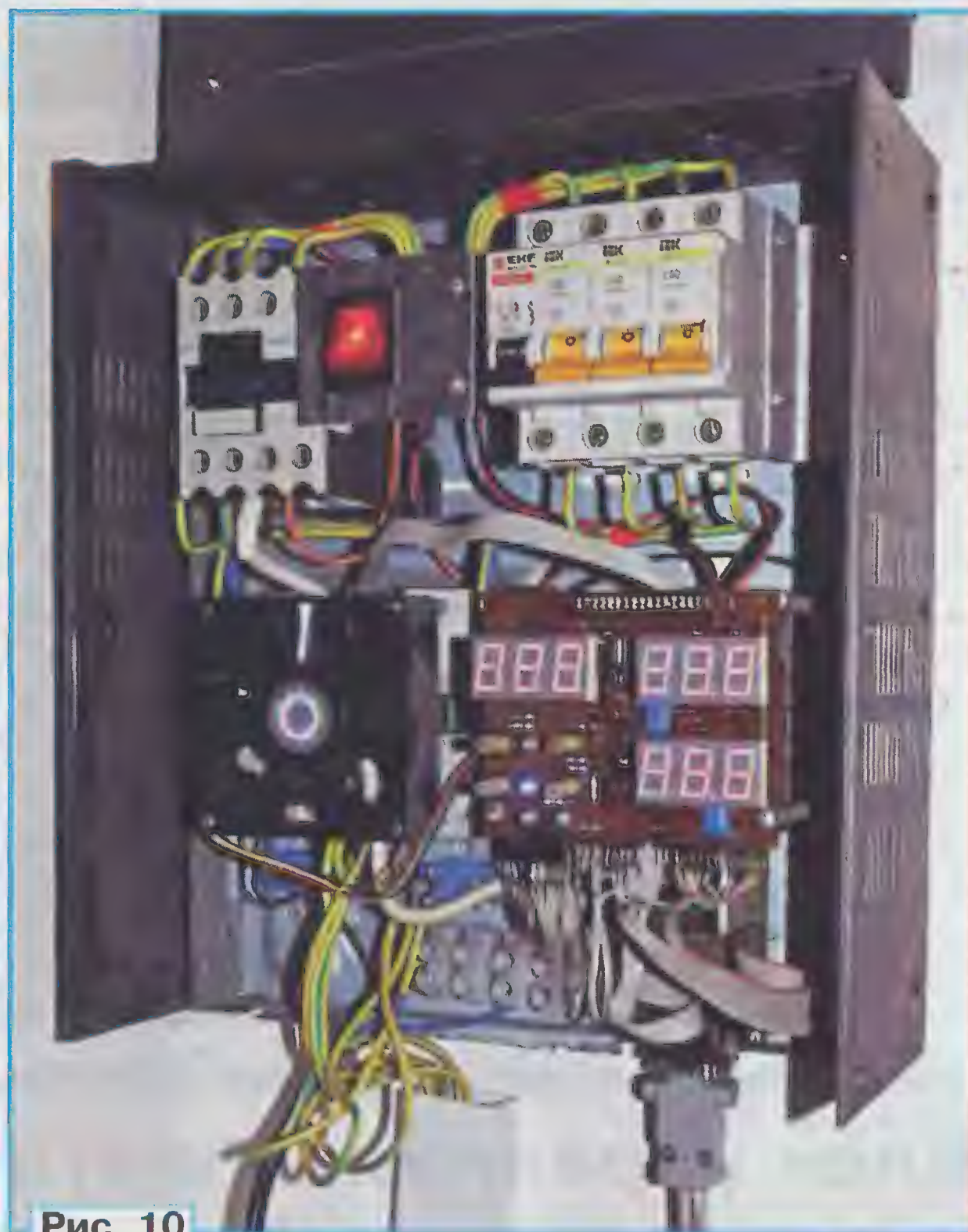


Рис. 10

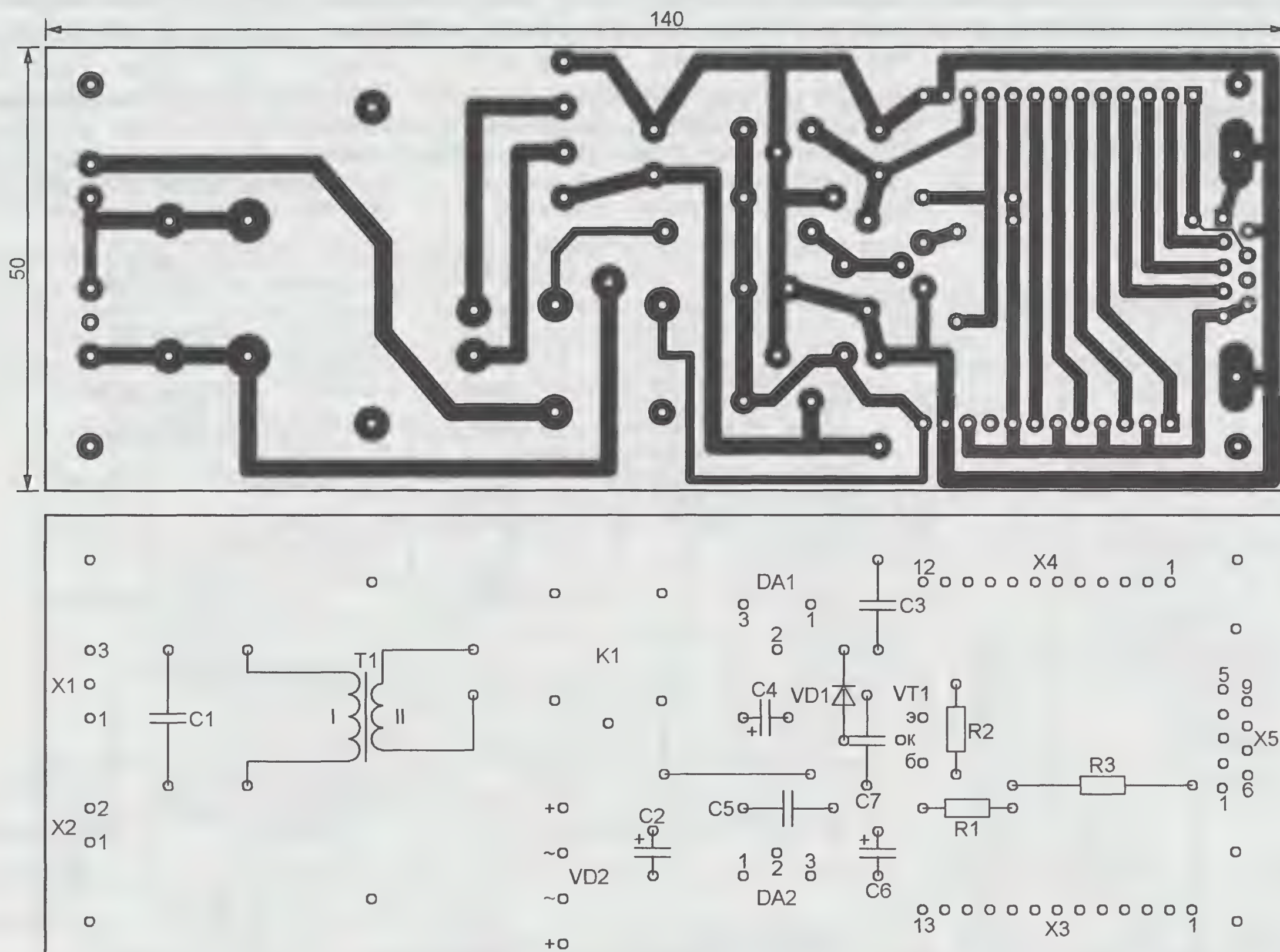


Рис. 9

Обозн.	Параметр	Интервал изменения	По умолчанию
Нет	Температура воды в котле, °C	0—90	40
Нет	Температура воздуха в помещении, °C	0—40	20
П_1	Разность температуры включения и выключения нагревателей, °C	0—10	2
П_2	Работа насоса после выключения нагревателей	0 — не работает; 1 — работает заданное время; 2 — работает до заданной температуры	0
П_3	Длительность работы насоса, мин	0—30	4
П_4	Температура выключения насоса, °C	0—50	40
П_5	Работа нагревателя № 1	0 — вместе с нагревателями № 2 и № 3; 1 — включён постоянно	0
П_6	Разнос моментов включения или выключения нагревателей, с	0—20	10
П_7	Выдержка для подавления "дребезга" кнопок, мс	0—50	20
П_8	Разогрев воды в котле до заданной температуры при выключенном насосе	0 — включён 1 — выключен	0
П_9	Температура разогрева воды, °C	0—90	75
П_10	Задержка выключения вентилятора, с	0—240	120
П_11	Контроль температуры воды	0 — на выходе из котла; 1 — на входе в котёл	0

нагревательные элементы поочередно выключаются. По умолчанию насос продолжает работать, не выключаясь, но параметром П_2 можно задать его выключение через определённый параметром П_3 промежуток времени или при понижении температуры воды до заданного параметром П_4 значения. Вентилятор обдува симисторов выключается спустя установленное параметром П_10 время после выключения последнего нагревателя.

Когда температура уменьшится на заданное параметром П_1 число градусов, вновь будут включены нагреватели и цикл регулирования температуры повторится. Чем больше значение этого параметра, тем реже включаются, но дольше работают нагреватели.

От редакции. Файлы печатных плат в формате Sprint Layout 5.0 и программа микроконтроллера имеются по адресу ftp://ftp.radio.ru/pub/2014_03/epo_evan.zip на нашем FTP-сервере

Блок управления шаговым двигателем

С. НЕТКАЧЕВ, г. Благодарный Ставропольского края

Предлагаемое устройство может управлять униполярным шаговым двигателем в двух режимах. В первом из них вал двигателя пропорционально повторяет все перемещения движка управляющего переменного резистора, во втором при нажатии на соответствующую кнопку вращается по часовой стрелке или против неё с заданной скоростью. В обоих режимах поворот вала может происходить полными шагами, предусмотренными конструкцией двигателя, или их половинами.

Схема блока управления изображена на рис. 1. Микроконтроллер DD1 (ATmega8A-PU) работает от встроенного тактового генератора частотой 2 МГц. В качестве ключей, коммути-

рующих обмотки шагового двигателя М1, использованы логические элементы 2И-НЕ микросхем DD2 и DD3 (SN75452, отечественный аналог — К155ЛА18). Они имеют открытые кол-

лекторные выходы повышенной мощности.

Возможно пропорциональное (при установленной перемычке S2) или дискретное (когда эта перемычка снята)

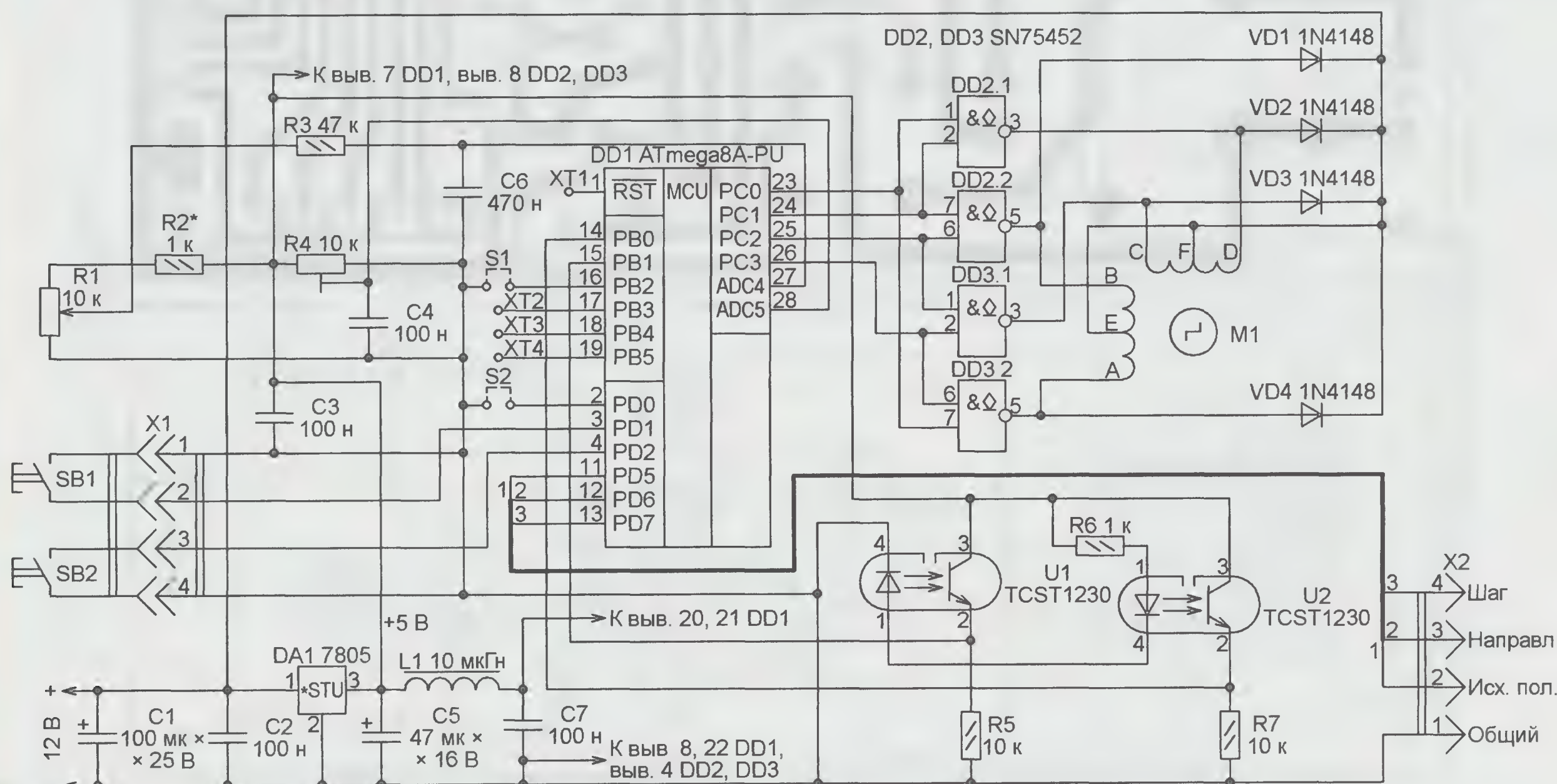


Рис. 1

управление углом поворота вала шагового двигателя. В режиме пропорционального управления угол задают с помощью переменного резистора R1. В режиме дискретного управления вал вращается по часовой стрелке (если смотреть со стороны насаженного на него шкива) при нажатой кнопке SB1 или против часовой стрелки при нажатой SB2. Когда ни одна из кнопок не нажата, двигатель остановлен.

Переключкой S1 задают полношаговую и полушаговую работу двигателя. Состояние обеих переключек программа микроконтроллера анализирует только в момент включения питания или после принудительной установки микроконтроллера в исходное состояние сигналом, поданным на контакт XT1. Поэтому переключки следует устанавливать или снимать заранее.

Использованы два канала АЦП микроконтроллера. На вход одного из них ADC5 (выв. 28) подано напряжение с подстроечного резистора R4, которым регулируют частоту шагов вала двигателя в любом режиме работы блока.

Другой канал АЦП используется только в пропорциональном режиме. К его входу ADC4 (выв. 27) через интегрирующую цепь R3C6 подключён пере-

рота, повернувшись на 459 град. Для ограничения угла поворота вала в конструкции предусмотрены два концевых оптических датчика — оптрона с открытым оптическим каналом U1 и U2. Их приклеивают или каким-либо другим способом крепят к корпусу двигателя, как показано на рис. 2. Положение оптрона относительно вала двигателя зависит от необходимого максимального угла поворота вала, который может быть выбран в пределах от 20 до 340 град.

Для управления оптронами на валу двигателя необходимо закрепить непрозрачный флажок. В каждом из крайних положений вала он должен входить в зазор между излучающим диодом и фототранзистором соответствующего оптрона и прерывать световой поток между ними. Материал и размер флажка особого значения не имеют. Я использовал полоску белой жести толщиной 0,8 мм, длиной 50 мм и шириной 8 мм. На расстоянии 10 мм от каждого её конца края полосы были изогнуты. Одна сторона получившейся П-образной скобы прикреплена к шкиву, надетому на вал двигателя, а вторая служит флажком, входящим в рабочий зазор оптрона.

После включения питания программа микроконтроллера выполняет установку положения вала шагового двигателя в заданное переменным резистором R1 положение. Сначала вал поворачивается против часовой стрелки, пока флажок не войдёт в зазор оптрона U1. При поступлении сигнала этого оптрона на вход PB1 (выв. 15) микроконтроллера программа обнуляет регистр-счётчик числа шагов двигателя, измеряет напряжение на движке переменного резистора R1 и преобразует его в цифровой код в интервале 0—255 — это необходимое число шагов от крайнего против часовой стрелки до заданного переменным резистором положения вала двигателя. Если код равен нулю, то положение вала уже соответствует заданному. В противном случае выполняется найденное число шагов по часовой стрелке с одновременным инкрементом регистра-счётчика шагов.

Далее программа периодически сравнивает содержимое регистра-счётчика шагов и регистра результата аналого-цифрового преобразования напряжения с движка переменного резистора R1. Если напряжение увеличилось, то выполняются шаги по часовой стрелке с инкрементом счётчика, а если уменьшилось, то шаги против неё с декрементом счётчика, пока не будет достигнуто равенство содержимого регистров. В результате вал двигателя повторяет все перемещения движка переменного резистора R1. Чтобы достичь точного совпадения углов их поворота, следует тщательно подобрать резистор R2 в пределах от 510 Ом до 3 кОм.

Иногда шаговый двигатель пропускает заданные шаги. Это может быть результатом механической перегрузки или возникновения препятствия вращению его вала. Возникает рассогласование между заданным и фактическим положениями вала двигателя. Чтобы устранить его, достаточно на 1...2 с перевести движок переменного резистора R1 в нижнее по схеме положение. При этом вал повернётся против часовой стрелки до входа укрепленного на нём флажка в зазор оптрона U1 и соответствие будет восстановлено.

Для работы устройства в режиме пропорционального управления датчик крайнего против часовой стрелки положения вала (оптрон U1) обязателен. А вот оптрон U2 можно не устанавливать, если в ограничении максимального угла поворота вала нет необходимости. Но в таком случае следует соединить вход PB0 (выв. 14) микроконтроллера с цепью +5 В, а правый по схеме вывод резистора R6 — с анодом излучающего диода оптрона U1.

При пропорциональном управлении двигателем в полушаговом режиме вал сможет повернуться только на 229,5 град. Уменьшается и вращающий момент, зато уменьшается до 0,9 град. дискретность поворота вала. Это необходимо учитывать при выборе режима работы.

При дискретном управлении вал вращается по часовой стрелке при нажатой кнопке SB1, а в обратном направлении при нажатой кнопке SB2. Если кнопки не нажаты, вал двигателя зафиксирован в текущем положении. Процедура установки вала в исходное положение и переменный резистор R1 в этом режиме не используются. Оптоны U1 и U2 ограничивают сектор возможных положений вала. Если ограничивать его не требуется, можно не устанавливать оба оптрона, соединив с цепью +5 В входы PB0 и PB1 (выв. 14 и 15) микроконтроллера.

Сигналы, формируемые на выходах PD5—PD7 (выв. 11—13) микроконтроллера и выведенные на разъём X2, предназначены для контроля работы шагового двигателя внешними устройствами. Об обнулении регистра-счётчика шагов свидетельствует короткий импульс на контакте 2 разъёма. Каждый шаг двигателя сопровождается импульсом прямоугольной формы на контакте 4. Уровень напряжения на контакте 3 показывает направление вращения



Рис. 2

менный резистор R1, которым задают угол поворота вала. Положение движка переменного резистора программа условно разбивает на 256 позиций. Вал шагового двигателя СДХ 1,8/40 совершает один оборот за 200 шагов (один шаг — $360/200=1,8$ град.). Следовательно, за 255 шагов в полношаговом режиме вал сделает более одного обо-

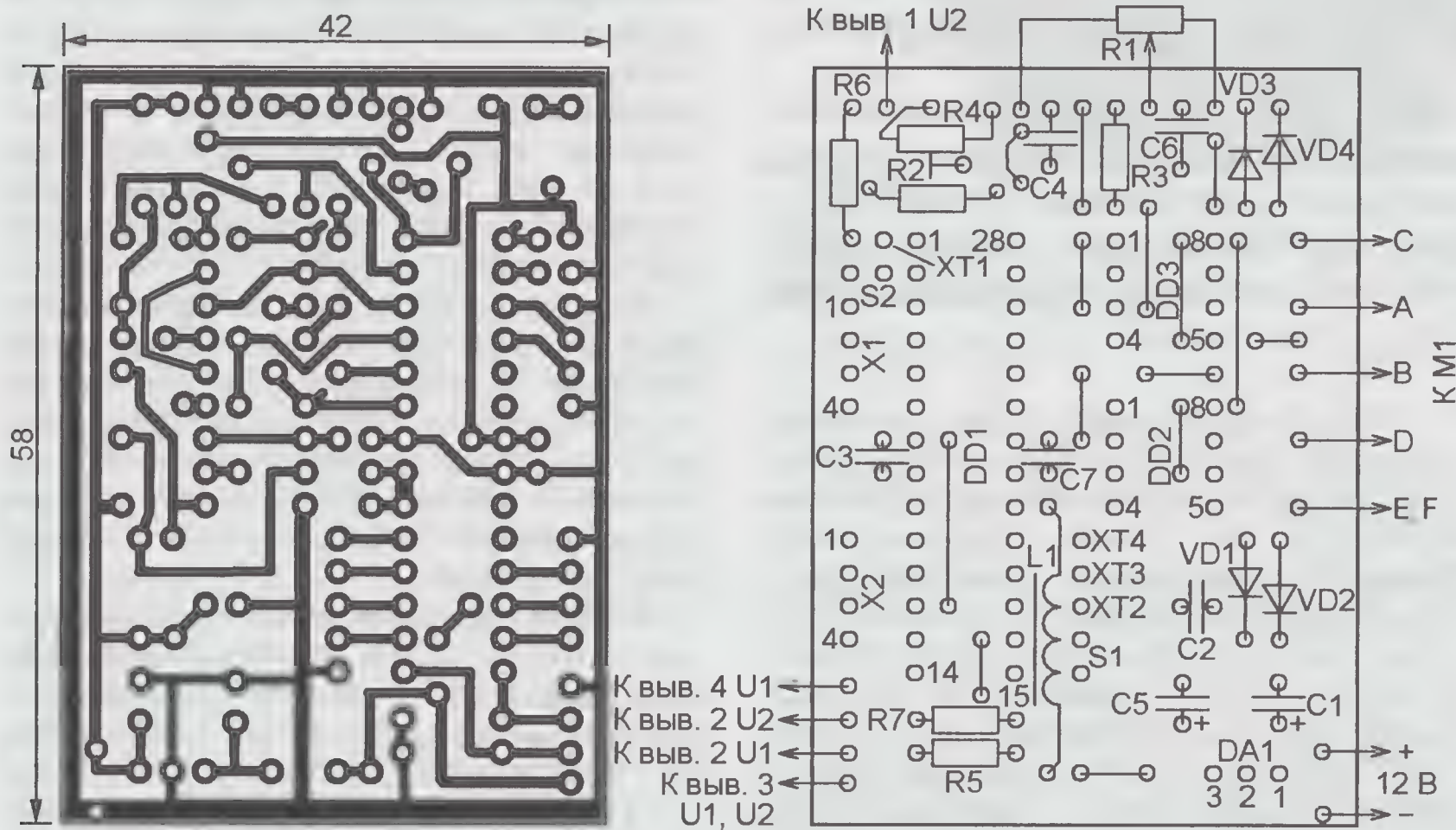


Рис. 3

вала: низкий — по часовой стрелке, высокий — против неё. Эти сигналы формируются и в пропорциональном, и в дискретном режимах.

Управляющая программа для микроконтроллера написана на языке ассемблера. Для её правильной работы разряды конфигурации микроконтроллера, отвечающие за его тактирование и запуск, должны быть установлены в следующие состояния: CKSEL0=0, CKSEL1=1, CKSEL2=0, CKSEL3=0, SUT0=0, SUT1=1, SKOPT=1.

Печатная плата блока управления изображена на рис. 3. Она изготовлена из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита толщиной 1...1,5 мм. Интегральный стабилизатор DA1 должен быть снабжён теплоотводом площадью не менее 50 см².

Микросхемы SN75452 можно заменить отечественными К155ЛА18, которые использовались в пятидюймовых накопителях на гибких магнитных дисках вместе с применённым в описываемой конструкции шаговым двигателем СДХ 1,8/40. Диоды 1N4148 можно заменить отечественными серий КД521, КД522. Дроссель L1 — ДП-0,1 или ДП-0,2 указанной на схеме индуктивности. Переменный резистор R1 должен иметь линейную зависимость сопротивления от угла поворота движка. Я

применил переменный резистор RK-1112N-B10K. Подстроечный резистор R4 — углеродный однооборотный SH655MCL или аналогичный.



Рис. 4

При налаживании блока необходимо проверить правильность подключения оптронов U1 и U2, а также их располо-

жение относительно флажка на валу двигателя. Ошибки здесь могут привести к формированию непрерывной команды остановки двигателя, и он работать не будет. Если наблюдается нарушение равномерности вращения вала в обоих направлениях (характерные скачки, рывки), следует проверить правильность подключения обмоток двигателя.

Предлагаемый блок может быть использован для управления различными механизмами с шаговыми двигателями. Для примера на рис. 4 показано поворотное устройство для видеокамеры, в котором использованы два таких блока. Один управляет шаговым двигателем, поворачивающим видеокамеру вокруг вертикальной оси, а второй — вокруг горизонтальной.

От редакции. Файл печатной платы в формате Sprint Layout 6.0 и программа микроконтроллера имеются по адресу <ftp://ftp.radio.ru/pub/2014/03/step.zip> на нашем FTP-сервере.

Поддержание постоянной яркости экрана аналого-цифровой ЦДУ

А. САВЧЕНКО, пос. Зеленоградский Московской обл.

В первой версии программы микроконтроллера аналого-цифровой ЦДУ, опубликованной в [1], яркость источника света каждого цвета свечения зависит только от уровня сигнала в соответствующем ему частотном канале, вследствие чего яркость экрана ЦДУ в ходе исполнения музыкальной композиции постоянно меняется, а виртуальный канал фона подсвечивает экран только в паузах.

В предлагаемой версии программы микроконтроллера реализован иной подход — здесь фоновая подсветка формируется постоянно и "подмешивается" к сигналам частотных каналов, а сумма всех сигнальных и фоновых составляющих, характеризующая яркость экрана, поддерживается равной заданному при разработке программы значению.

В результате работы предлагаемой версии программы микроконтроллера яркость экрана ЦДУ остаётся постоянной, а в соответствии со спектром музыкальной композиции изменяется лишь его цвет. Такая визуализация музыки многими воспринимается значительно лучше, чем реализованная ранее. Текст программы приведён в таблице. Она предназначена для микроконтроллера ATmega168 и разработана в среде BASCOM AVR версии 2.0.7.5, на момент разработки — последней.

Размер программы позволяет пользоваться демонстрационным вариантом среды, который можно бесплатно получить на сайте разработчика <www.mcselec.com>. Если используется среда BASCOM AVR версии 2.7.0.0 и старше, при трансляции в программу автоматически включаются строки, заключённые в тексте между директивами #if и #else, а строки между #else и #endif игнорируются. В противном случае (версия младше) находящиеся между директивами #if и #else строки

игнорируются, а между #else и #endif — используются.

Для некоторых устаревших версий среды перед компиляцией программы потребуется вручную раскомментировать в ней три строки Config, следующие за директивой #else, удалив из них начальные апострофы. Иначе программа будет работать некорректно.

Вначале — несколько слов о выборе типов переменных в этой программе. Переменные, которыми задают начальные условия, — относительную яркость красной (R0), зелёной (G0) и синей (B0) компонент фоновой подсветки и автоматически поддерживаемую яркость экрана Y0, имеют тип Byte, занимающий в памяти микроконтроллера один байт (восемь двоичных разрядов) и позволяющий хранить целые числа без знака от 0 до 255. Такой же тип имеет переменная I, используемая только в качестве параметра цикла.

Выходные коды АЦП микроконтроллера ATmega168 — десятиразрядные двоичные беззнаковые целые числа. Переменные R1, G1, B1 и W, принимающие эти коды, должны иметь возможность их хранить. Этому требованию удовлетворяет тип Word, занимающий два байта памяти.

Для проведения расчётов переменными типов Byte и Word пользоваться неудобно, а в ряде случаев и невозможно, так как целочисленная арифметика не обеспечивает нужной точности. Поэтому для вычислений в программе используются переменные R2, G2, B2, K типа Single, занимающие по четыре


```
$regfile = "m168def.dat"
$crystal = 8000000
$hwstack = 40
$swstack = 16
$framesize = 32
```

```
#if _build >= 20700
```

```
Config Timer1 = Pwm , Pwm = 8 , Compare A Pwm = Clear Up , Compare B Pwm = Clear Up , Prescale = 8
Config Timer2 = Pwm , Compare A Pwm = Clear Up , Prescale = 8
```

```
#else
```

```
'Config Portb.1 = Output
'Config Portb.2 = Output
'Config Portb.3 = Output
```

```
Config Timer1 = Pwm , Pwm = 8 , Compare A Pwm = Clear Down , Compare B Pwm = Clear Down , Prescale = 8
Config Timer2 = Pwm , Compare A Pwm = Clear Down , Prescale = 8
```

```
#endif
```

```
Config Adc = Single , Prescaler = 16 , Reference = Avcc
```

```
Dim R0 As Byte
Dim G0 As Byte
Dim B0 As Byte
Dim Y0 As Byte
Dim R1 As Word
Dim G1 As Word
Dim B1 As Word
Dim R2 As Single
Dim G2 As Single
Dim B2 As Single
Dim K As Single
Dim I As Byte
Dim W As Word
Dim Sum As Single
```

```
Start Adc
```

```
Set Portc.4
Reset Portc.5
Reset Portc.4
For I = 1 To 64
Waitus 5
Set Portc.5
Waitus 5
Reset Portc.5
Waitus 5
Next
Set Portc.4
```

```
Set Portc.4
Set Portc.5
Reset Portc.4
For I = 1 To 20
Waitus 5
Reset Portc.5
Waitus 5
Set Portc.5
Waitus 5
Next
Set Portc.4
```

```
'Цвет фона
R0 = 25
G0 = 20
B0 = 7
'Яркость экрана
Y0 = 254
```

```
Do
```

```
W = Getadc(3)
```

```
If W < 165 Then
Set Portc.4
Reset Portc.5
Reset Portc.4
Waitus 5
Set Portc.5
Waitus 5
Reset Portc.5
Waitus 5
Set Portc.4
End If
```

```
If W > 205 Then
Set Portc.4
Set Portc.5
Reset Portc.4
Waitus 5
Reset Portc.5
Waitus 5
Set Portc.5
Waitus 5
Set Portc.4
End If
```

```
R1 = Getadc(0)
G1 = Getadc(1)
B1 = Getadc(2)
```

```
R2 = R1 + R0
G2 = G1 + G0
B2 = B1 + B0
```

```
Sum = R2 + G2
Sum = Sum + B2
K = Y0 / Sum
```

```
R2 = R2 * K
G2 = G2 * K
B2 = B2 * K
```

```
Pwm2a = R2
Pwm1a = G2
Pwm1b = B2
```

```
Loop
```

```
End
```

байта памяти и способные хранить в формате с плавающей запятой числа с абсолютными значениями от $1,5 \cdot 10^{-45}$ до $3,4 \cdot 10^{38}$, представленные с точностью до семи десятичных знаков.

Следует отметить особенность среды BASCOM AVR, которую пришлось учитывать при разработке программы. Она формулируется так: "Одна строка текста — одно действие". Поэтому, например, программная конструкция

$$A = B * C + D$$

в BASCOM AVR некорректна и при компиляции вызывает сообщение об ошибке. Её следует преобразовывать к виду

$$A = B * C$$

$$A = A + D$$

Конечно, это неудобно, но приходится мириться. Однако есть в BASCOM AVR и приятные моменты, упрощающие программу. Так, в конце главного цикла рассматриваемой программы вычисленные значения цветовых компонент передаются в модули ШИМ для управления яркостью источников света. В регистр такого модуля необходимо

загружать беззнаковое восьмизначное двоичное число — переменную типа Byte. Однако BASCOM вполне допускает конструкцию, используемую в программе

$$Pwm2a = R2$$

При выполнении операции присваивания происходит автоматическое преобразование типа — берутся только восемь младших разрядов округлённого до целого значения переменной R2 типа Single. Это удобно, однако программист должен следить, чтобы значение этой переменной находилось в допустимом интервале 0...255. Если же оно, лишь немного превысив 255, будет округлено до 256, то это значение будет воспринято модулем ШИМ микроконтроллера как нулевое, и вместо максимальной яркости получим на экране полную темноту.

Работа программы начинается с запуска АЦП микроконтроллера, за которым следует описанная в [2] установка регулятора уровня сигнала в

исходное положение. Затем задаются цвет фона и яркость экрана (присваиваются значения переменным R0, G0, B0, Y0), и оператором Do начинается бесконечный главный цикл программы.

В теле цикла сначала выполняются действия, связанные с работой системы АРУ [2], затем считываются преобразованные АЦП текущие уровни сигналов на выходах частотных каналов АЦ. Текущие значения яркости цветовых каналов получаются сложением:

$$R2 = R0 + R1;$$

$$G2 = G0 + G1;$$

$$B2 = B0 + B1.$$

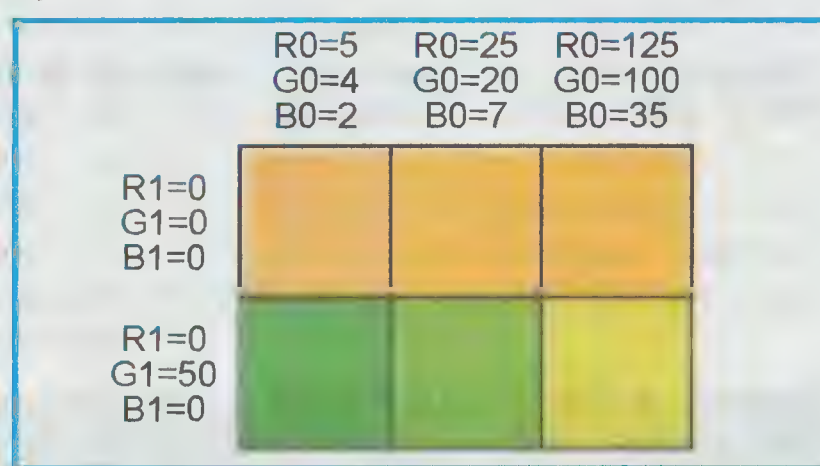
Чтобы стабилизировать яркость экрана, вычисляются их сумма Sum и поправочный коэффициент K, который показывает, во сколько раз нужно увеличить или уменьшить каждую компоненту цвета, чтобы обеспечить заданную яркость экрана Y0. Значения компонент умножаются на этот коэффициент, после чего загружаются в регистры модулей ШИМ микроконтроллера. Заметим, что изменение всех компонент в

одинаковой пропорции изменяет лишь яркость экрана, не влияя на его цвет. Он по-прежнему зависит лишь от соотношения его компонент.

На этом текущий цикл работы программы завершается и начинается новый.

Теперь вернёмся к выбору значений фоновых компонент. Как уже отмечалось, их соотношение задаёт цвет фона экрана в паузах фонограммы. На яркость экрана они не влияют, поскольку программа всегда приводит её к уровню, заданному константой Y0. От них, однако, сильно зависит насыщенность "сигнального" цвета при визуализации музыкальной композиции. Чем больше фоновые компоненты по отношению к "сигнальным", тем менее насыщенным будет "сигнальный" цвет на экране. Это иллюстрирует **рисунк**. Выбор конкретных значений фоновых компонент — дело во многом субъективное. Автору показались приемлемыми R0=25, G0=20, B0=7.

Значение нормированной яркости Y0 рекомендуется выбирать как можно большим, но не превышающим 255. Причина этого в том, что в тех случаях, когда на экране синтезируется "чистый" красный, зелёный или синий цвет, его



яркость может достичь Y0, а за счёт погрешностей вычисления даже превысить это значение. Если оно станет больше 255, произойдёт переполнение регистра модуля ШИМ и сбой в его работе. В программе задано Y0=254, чтобы гарантировать отсутствие переполнений.

В заключение необходимо отметить, что средняя мощность, потребляемая ЦДУ, работающей по рассмотренной программе, выше, чем при работе по программе, приложенной к статье [1], и прямо пропорциональна заданному значению Y0. Поэтому диодный мост VD1 (см. рис. 1 в [1]) обязательно должен быть снабжён теплоотводом с площадью охлаждающей поверхности 40...50 см².

ЛИТЕРАТУРА

1. **Савченко А.** Аналого-цифровая цветодинамическая установка. — Радио, 2013, № 12, с. 35—37; 2014, № 1, с. 39—41.
2. **Савченко А.** Принцип работы и методика наладивания АРУ в аналого-цифровой ЦДУ. — Радио, 2014, № 2, с. 38, 39.

От редакции. Программа микроконтроллера находится по адресу <ftp://ftp.radio.ru/pub/2014/03/soft.zip> на нашем FTP-сервере.

Доработка автомобильного регулятора напряжения 59.3702-01

А. СЕРГЕЕВ, г. Сасово Рязанской обл.

Предлагаемые усовершенствования регулятора обеспечивают повышенную стабильность выходного напряжения автомобильного генератора при изменении тока его нагрузки и режима работы двигателя.

Современные автомобили имеют сложное и многофункциональное электрооборудование, надёжная работа которого обеспечивает работоспособность транспортного средства и безопасность его эксплуатации. Надёжность электрооборудования во многом зависит от стабильности напряжения в бортовой сети. Обеспечение неизменности этого напряжения — сложная задача, особенно в переходных режимах, когда частота вращения генератора и ток его нагрузки резко изменяются.

Вместе с регулятором напряжения, поддерживающим его постоянство, генератор образует систему автоматического регулирования. При определённых условиях такая система может терять устойчивость, что проявляется в виде резких колебаний выходного напряжения генератора и зарядного тока аккумуляторной батареи. Поэтому очень важно обеспечить устойчивость системы регулирования во всех условиях эксплуатации.

Наиболее широкое распространение сегодня получили электронные регуляторы, работающие в релейном автоколебательном режиме. Такой регулятор при превышении выходным напряжением генератора заданного верхнего порога отключает его обмотку возбуждения от бортовой сети. Ток в обмотке начи-

нает спадать, что приводит к уменьшению генерируемого напряжения. Как только оно становится меньше нижнего порога, обмотка возбуждения вновь подключается к бортовой сети и ток в ней, а с

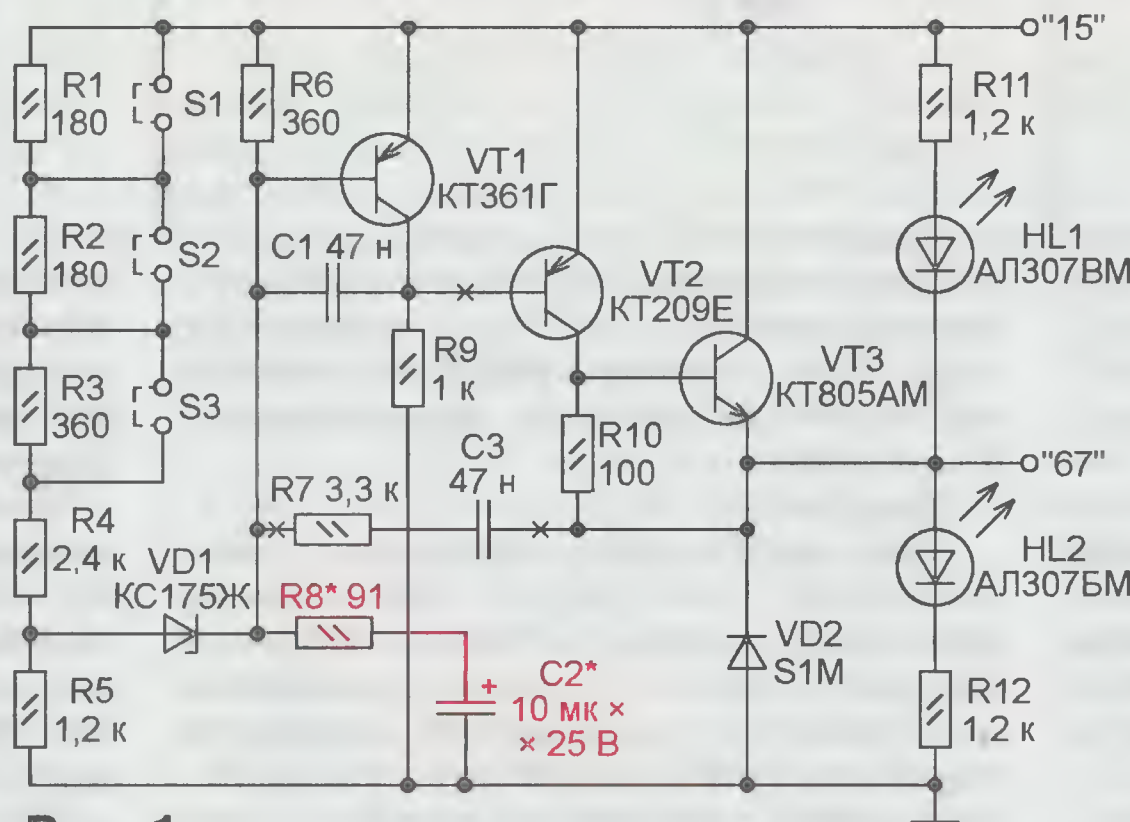


Рис. 1

ним и выходное напряжение генератора нарастают. Таким образом, напряжение генератора всё время колеблется, но его среднее значение поддерживается стабильным.

Регуляторы с "принудительной" ШИМ более совершенны. За счёт повышенной частоты коммутации обмотки возбуждения напряжение генератора в установившемся режиме практически неизменно, хотя в переходных режимах колебания всё же могут возникать.

Такие регуляторы (один из них описан в статье **Е. Тышкевича** "ШИ регулятор напряжения". — Радио, 1984, № 6, с. 27, 28) не получили широкого распространения, вероятно, из-за того, что их параметры не намного лучше, чем обычных автоколебательных. Хотя они и выпускаются серийно, в магазинах их найти трудно. Продавцы либо вообще ничего не знают о таких регуляторах, либо утверждают, что они не пользуются спросом.

При эксплуатации автомобиля важную роль имеет такой параметр, как нагрузочная способность генератора при малых оборотах двигателя. От неё зависит минимальная частота вращения вала двигателя, при которой обеспечивается зарядка батареи. Электронные регуляторы напряжения чаще всего теряют устойчивость именно в ситуациях, когда частота вращения мала, а ток нагрузки велик.

Эта их особенность хорошо известна автомобилистам, некоторые из которых заменяют электронные регуляторы устаревшими контактно-вибрационными, которые в этом отношении более надёжны. Но вместе с повышенной устойчивостью они получают недостатки, свойственные этому типу регуляторов. Многие автомобилисты заменяют штатную аккумуляторную батарею другой, имеющей повышенную ёмкость, так как считают, что это улучшает устойчивость работы электронных регуляторов.

К сожалению, колебания выходного напряжения генератора не берутся устранять в автосервисах. При этом их работники утверждают, что никакой неисправности нет, поскольку аккумуляторная батарея всё-таки заряжается, хотя и зарядный ток, и напряжение генератора пульсируют.

Учитывая всё сказанное, автор попытался повысить устойчивость работы стандартного электронного регулятора напряжения 59.3702-01. На **рис. 1** изображена его схема после первого варианта доработки, которая свелась к установке дополнительной цепи из резисто-

ра R8 и конденсатора C2, выделенной на рисунке цветом. Импортный диод S1M можно заменить отечественным из серии КД202 или КД209.

Принцип работы регулятора остался прежним. По мере увеличения напряжения в бортовой сети, поданного на вывод "15" регулятора, потенциал базы транзистора VT1 относительно его эмиттера становится более отрицательным и при некотором значении этого напряжения (заданном переключателями S1—S3) транзистор открывается. В результате закрываются транзисторы VT2 и VT3, разрывающие цепь питания обмотки возбуждения генератора, подключённой между выводом "67" регулятора и общим проводом. Но ток в обладающей значительной индуктивностью обмотке не может прекратиться мгновенно. Он продолжает течь через открывшийся диод VD2, постепенно спадая. Вместе с током возбуждения спадает и напряжение, отдаваемое генератором в бортовую сеть. Через некоторое время транзистор VT1 закрывается, а VT2 и VT3 открываются, что приводит к нарастанию тока в обмотке возбуждения генератора и увеличению напряжения. Описанный процесс периодически повторяется, и среднее значение напряжения генератора поддерживается неизменным. Цепь R7C3 ускоряет процесс переключения транзисторов VT1—VT3.

При увеличении напряжения в бортовой сети, вызванном, например, отключением мощной нагрузки или увеличением частоты вращения двигателя, вновь установленный конденсатор C2 заряжается, причём зарядный ток, часть которого протекает через базовую цепь транзистора VT1, пропорционален скорости нарастания напряжения. В результате VT1 открывается, а транзисторы VT2 и VT3 закрываются раньше, чем это было без конденсатора. Спад тока в обмотке возбуждения также начинается раньше, что в значительной мере замедляет или вовсе устраняет увеличение напряжения, вызванное внешним фактором. Подобный процесс происходит и при быстром снижении напряжения. Возникающие колебания демфируются, и их размах значительно уменьшается. При медленных изменениях напряжения ток через конденсатор C2 мал и практически не влияет на работу регулятора в установившемся режиме, а также на точность стабилизации среднего значения напряжения.

Для проверки устойчивости системы стабилизации напряжения можно при работающем двигателе и генераторе включать и выключать мощный потребитель, например фары, контролируя амперметром ток аккумуляторной батареи. При этом стрелка амперметра после первичного максимального отклонения от установившегося положения (оно связано с инерционностью генератора и неизбежно даже при идеальном регуляторе) должна возвращаться к старому или приходить к новому установившемуся положению монотонно, без каких-либо колебаний.

Можно в некоторых пределах регулировать динамические характеристики системы, подбирая ёмкость конденсатора C2 и сопротивление включённо-

го с ним последовательно резистора R8. Минимальная длительность переходного процесса обычно достигается при ёмкости конденсатора C2, немного большей той, при которой возникают колебания. Дальнейшее увеличение ёмкости приводит к сильному замедлению реакции системы на изменяющиеся внешние условия.

Следует обратить внимание, что для регулятора с описанной доработкой очень опасен момент его первичного подключения к бортовой сети. Конденсатор C2 в это время полностью разряжен. Его зарядный ток вполне может достичь опасного для транзистора VT1 значения и вывести его из строя. Поэтому не следует значительно уменьшать номинал резистора R8 или вовсе исключать его.

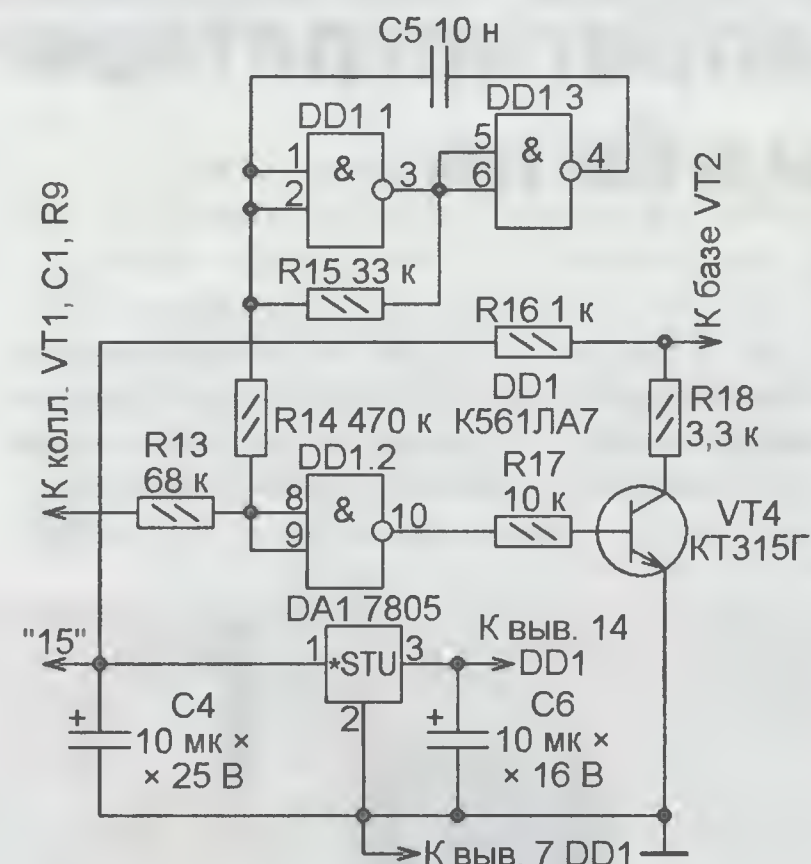


Рис. 2

Хотя в практике автора отказов доработанного регулятора по описанной причине не случалось, рекомендуется принять меры по ограничению тока, текущего через базу транзистора VT1, например, включить дополнительный резистор в разрыв цепи, связывающей базу с точкой соединения резисторов R6—R8, конденсатора C1 и стабилитрона VD1. Номинал его следует выбирать максимальным, не ухудшающим заметно работу регулятора без конденсатора C2.

Известно, что для увеличения срока службы аккумуляторной батареи напряжение в бортовой сети должно возрастать с понижением температуры. Поэтому на

практике производят сезонную регулировку напряжения. В регуляторе 59.3702-01 переключателями S1—S3, замыкающими резисторы R1—R3, среднее напряжение генератора можно изменять в пределах 13,8...14,6 В. При удалении переключателей оно уменьшается. Резисторы R1—R3 можно заменить одним подстроечным, что позволит регулировать напряжение генератора плавно.

Назначение светодиодов HL1 и HL2 после доработки не изменилось. Они позволяют оценить работоспособность системы регулирования. При включённом зажигании и неработающем двигателе должен светиться только светодиод HL2, показывая, что напряжение на обмотку возбуждения генератора подано. Свечение светодиода HL1 при неработающем двигателе означает, что регулятор неисправен. Когда двигатель работает, светятся оба светодиода. Уменьшение частоты его вращения или увеличение нагрузки на бортовую сеть приводит к тому, что яркость светодиода HL2 растёт, а HL1 — падает. С увеличением частоты вращения или снижением нагрузки яркость изменяется в обратном направлении.

Регулятор до и после описанной доработки был испытан на старом автомобиле со старым аккумулятором. Было замечено, что на этом автомобиле из-за окисления контактов заметно увеличилось сопротивление электропроводки, а у аккумулятора возросло внутреннее сопротивление. Оба этих фактора приводят к снижению устойчивости системы регулирования напряжения.

С недоработанным регулятором 59.3702-01 стрелка амперметра, включённого в разрыв провода, соединяющего плюсовой вывод аккумуляторной батареи с бортовой сетью автомобиля, обычно колебалась с размахом 5...10 А. Непосредственно после запуска двигателя размах колебаний нередко превышал 10 А, начинали мигать фары. При длительной езде с большой скоростью размах иногда становился меньше 5 А, но это происходило нечасто.

После рассмотренной выше доработки регулятора стрелка амперметра никогда не колебалась с размахом более 0,5...1 А. После запуска двигателя включённые фары никогда не мигали. При длительной езде на большой скорости размах колебаний стрелки



Рис. 3

обычно уменьшался настолько, что их трудно было заметить.

При дальнейшей доработке из рассматриваемого регулятора были удалены резистор R7 и конденсатор C3, а между базой транзистора VT2 и точкой соединения коллектора транзистора VT1 с конденсатором C1 и резистором R9 вставлен узел, схема которого приведена на рис. 2. На схеме, изображённой на рис. 1, места разрывов цепей показаны крестами. Нумерация элементов на рис. 2 продолжает начатую на рис. 1.

В регулятор добавлены генератор импульсов экспоненциальной формы на логических элементах DD1.1 и DD1.3 и пороговое устройство на элементе

DD1.2 с усилителем импульсов на транзисторе VT4. Микросхема DD1 питается напряжением 5 В от интегрального стабилизатора DA1.

После доработки транзистор VT1 служит усилителем сигнала рассогласования. Напряжение на его нагрузке — резисторе R9 — линейно зависит от разности текущего и номинального значений напряжения в бортовой сети. Это напряжение с помощью резисторов R13 и R14 суммируется с импульсами генератора. Сумма поступает на вход порогового устройства. В результате на его выходе формируются импульсы, длительность которых зависит от отклонения напряжения в бортовой сети от номинала, а

частота следования постоянна (около 2 кГц). Через усилитель на транзисторе VT4 они поступают на базу транзистора VT2 и управляют напряжением на обмотке возбуждения генератора.

Вид доработанного регулятора со снятой крышкой показан на рис. 3. Дополнительные детали добавлены в него навесным монтажом. После установки этого регулятора на автомобиль стрелка амперметра никогда не колебалась с размахом более 0,5 А. Можно предположить, что при малом переходном сопротивлении контактов электропроводки и с новой аккумуляторной батареей колебания тока будут ещё меньше.

Подключение видеорегистратора к бортовой сети автомобиля

А. ТИТАРЕНКО, г. Сумы, Украина

Современные автомобильные видеорегистраторы, как правило, подключаются к бортовой сети автомобиля через гнездо прикуривателя. У большинства отечественных автомобилей, согласно штатной схеме электрооборудования, на разъём гнезда прикуривателя постоянно подано напряжение +12 В независимо от положения ключа в замке зажигания.

Исключение составляют большинство зарубежных автомобилей, где прикуриватель работает только при включённом зажигании (замок зажигания в положении ON). Возникает неудобство постоянно вытаскивать из гнезда прикуривателя разъём видеорегистратора при постановке автомобиля в гараж, а при выезде — не забыть вставить разъём регистратора обратно в гнездо.

Такое неудобство исключено в автомобилях, где напряжение на разъём прикуривателя подано и в положении замка "стоянка" (ACC), но здесь возникает другое — видеорегистратор будет выключен, если ключ зажигания будет

ства. Работа устройства основана на самоблокировке реле K1 при подаче напряжения от замка зажигания. Реле срабатывает и своими контактами K1.1 подключает свою обмотку и регистра-

деорегистратор. В целях удобства эксплуатации для видеорегистратора используется дополнительный разъём прикуривателя, к которому подключается клемма XP1.

Конструктивно реле K1 и диоды VD1, VD2 смонтированы на печатной плате размерами 40×25 мм из фольгированного стеклотекстолита. Печатная плата и дополнительное гнездо для прикуривателя вместе с кнопкой SB1 крепятся к панели, изготовленной из пластика, ламинированной фанеры или другого подходящего материала (рис. 2). Два выключателя, установленных слева от кнопки SB1, предназначены для включения дополнительных устройств. Кнопка может быть любой с одной парой нормально замкнутых контактов, функционально — с самовозвратом, как показано на схеме (см. рис. 1) или с повторным нажатием (фиксацией). Диоды VD1, VD2 — со средним прямым током не менее 1 А и обратным напряжением не менее 50 В. Клеммы XP1—XP4 — автомобильные ножевые "вилка". Реле K1 — JZC-4123-12VDC, подойдёт любое маломощное реле с допустимым током контактов более 1 А.

Схема электрооборудования каждой марки автомобиля индивидуальна, поэтому довольно сложно указать конкретно, к каким клеммам (с их номерами и позиционными обозначениями) следует подключать устройство. В общем случае клемму XP2 следует подключить к линии питания +12 В, которая не отключается при выемке ключа из замка зажигания (возможно, это будет плюсовая клемма штатного разъёма прикуривателя), а клемму XP3 — к проводу, идущему от замка зажигания, на котором при повороте ключа в положение "зажигание включено" появляется +12 В. Найти эти провода несложно, используя контрольную лампу.

Устройство не требует наладки, монтируется в салоне в удобном месте и неплохо себя зарекомендовало в работе на автомобилях ВАЗ, ГАЗ ранних лет выпусков. Штатное гнездо прикуривателя остаётся свободным, и в него можно включать ещё дополнительные устройства.

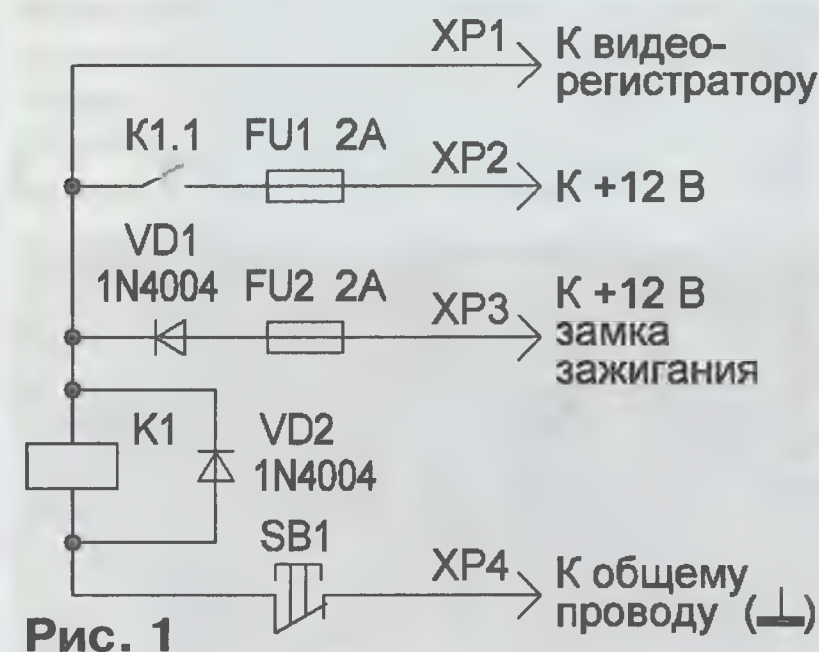


Рис. 1

вынут из замка, т. е. когда автомобиль стоит на стоянке. Особенно это актуально, если он стоит не в гараже, а "ночуёт" на улице.

Устройство, схема которого приведена на рис. 1, включает видеорегистратор при включении зажигания и не выключает его при постановке машины на стоянку, тем самым оптимизируя его работу как наблюдающего устрой-



Рис. 2

тор через плавкую вставку FU1 и разъём XP2 к линии питания +12 В, которая не отключается при выемке ключа из замка зажигания. Диод VD1 блокирует подачу напряжения от линии +12 В к замку зажигания, когда контакты K1.1 реле замкнуты, а в случае пробоя диода цепи замка зажигания защитит плавкая вставка FU1 или FU2. Их номинальный ток должен быть не более 2 А при среднем потреблении цепи зажигания 5 А. Диод VD2 защищает бортовую сеть от выбросов ЭДС самоиндукции катушки реле. Кнопкой SB1 по необходимости можно отключать ви-

Блок управления ходовыми огнями

А. БАЙКОВ, г. Орёл

20 ноября 2010 г. водителей в дневное время обязали передвигаться на автомобилях с включёнными фарами ближнего света или дневными ходовыми огнями (ДХО). Понятно, что с включёнными фарами ездить невыгодно с материальной точки зрения, поэтому ДХО остаются оптимальным выходом из ситуации. Они должны включаться при включении зажигания или таком положении ключа, которое не исключает работу двигателя.

ходит обратный процесс — транзистор VT2 начинает закрываться, и ДХО плавно гаснут. При "моргании" дальним светом конденсатор C1 не успевает разрядиться и погасить ходовые огни.

Все детали, указанные на схеме, смонтированы на печатной плате размерами 18×20 мм (рис. 2). Применены резисторы МЛТ-0,125, конденсатор — импортный, транзистор VT1 — любой из серии KT315, кроме KT315Ж. Полевой транзистор VT2 установлен без тепло-

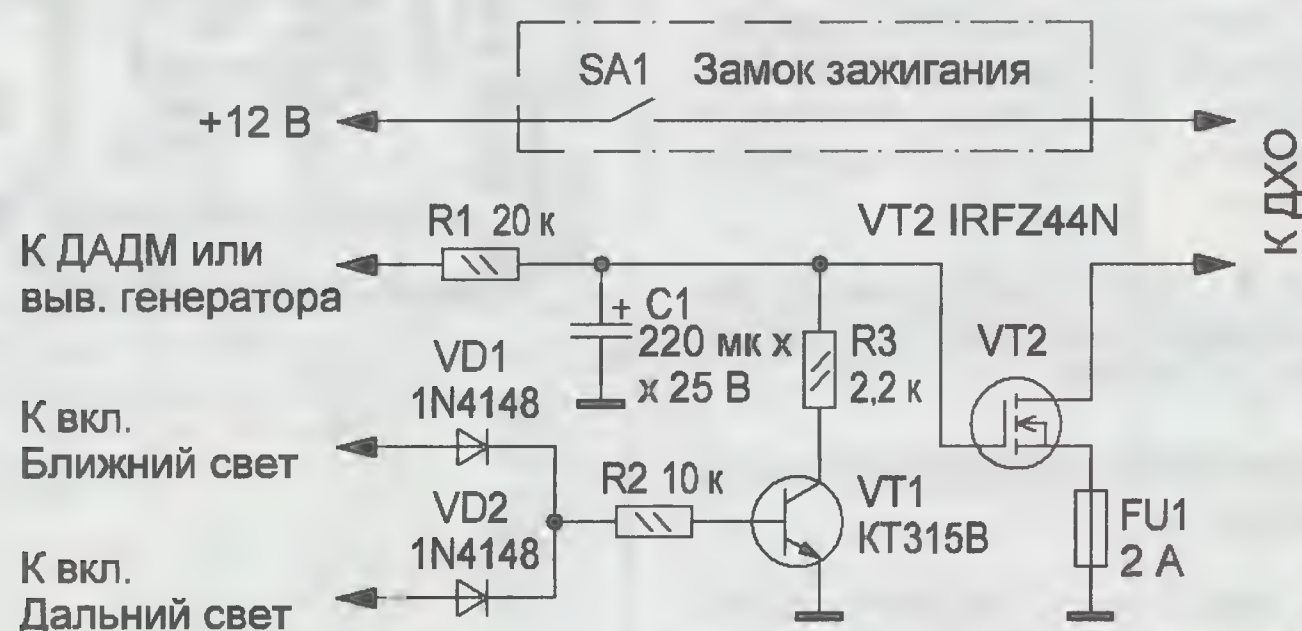


Рис. 1

Во многих автомобилях гнездо прикуривателя работает только при включении зажигания. К его контактам, казалось бы, легче всего подключить ДХО, но к этому гнезду часто подсоединяется множество различных аксессуаров (блоки питания, зарядные устройства мобильных телефонов и т. д.) и, включив зажигание, чтобы подать питание на это оборудование, мы, не желая того, включим и ДХО.

Мною был разработан блок управления ходовыми огнями, который автоматически их включает при работающем двигателе и отключает при включении ближнего или дальнего света фар. Его схема показана на рис. 1. При включении зажигания напряжение бортовой сети +12 В через замкнутые контакты выключателя SA1 замка зажигания подаётся на верхний по схеме провод питания ДХО. Двигатель не работает, и контакты датчика аварийного давления масла (ДАДМ) замкнуты на общий провод (на корпус), о чём свидетельствует соответствующий индикатор (лампа или светодиод) на панели приборов. На резисторе R1 напряжение равно нулю, транзистор VT2 закрыт и ходовые огни погашены. После пуска двигателя давление масла возрастает, датчик размыкается и напряжение +12 В через индикатор поступает на резистор R1 и конденсатор C1 медленно заряжается с постоянной времени R_1C_1 , равной 4,4 с. Транзистор VT2 начинает открываться, и ДХО плавно зажигаются.

При включении дальнего или ближнего света фар напряжение +12 В поступает на анод диода VD1 или VD2, транзистор VT1 открывается и конденсатор начинает разряжаться через резистор R3 на общий провод. Проис-



Рис. 2

отвода и заменим, например, IRFZ46N или подобным. Плавкая вставка FU1 выполнена в виде короткого отрезка медного провода диаметром около 0,08 мм, взятого от провода МГТФ-0,35. На печатной плате её вплавляют со стороны проводников, как показано на рис. 2 тонкой "змейкой".

Конденсатор C1 и транзистор VT2 (насколько позволяет длина его выводов) монтируют параллельно поверхности платы над элементами VD1, VD2, R1 и VT1, R3 соответственно. Плата помещена и закреплена в корпусе автомобильного реле серии 75.3777 с переключающей группой контактов. Корпусное исполнение реле лучше взять с фланцем для удобства крепления (рис. 3). Внутреннюю начинку реле удаляют, и освободившиеся контакты соединяют гибкими проводниками сечением около 0,5 мм² с контактными

площадками на плате. Площадки ДХО и общего провода соединяют с контактами 85 и 86, диодов VD1, VD2 — с 87, 88, а вывода резистора R1 — с контактом 30. Длина проводников выбирается по месту, после чего плата крепится термостеплером на нижнюю часть корпуса (там, где находятся контакты). Корпус можно не герметизировать, если закрепить его вертикально контактами вниз.

Следует отметить, что поскольку ДХО зажигаются при замыкании их минусового вывода на общий провод, их корпуса не должны иметь электрический контакт с металлическими частями шасси автомобиля, впрочем, бамперы современных автомобилей изготовлены в основном из пластика, поэтому такой проблемы не возникнет.



Рис. 3

Подключить блок к электросети автомобиля относительно несложно. Необходимо под капотом найти провод, на котором появляется напряжение сети +12 В при включении зажигания, от которого будут питаться ходовые огни, а также провода, идущие от ламп ближнего и дальнего света фар. При этом, если лампы ближнего света при переключении на дальний свет продолжают гореть, то сигнальный провод можно снять только с лампы ближнего света, а диоды VD1, VD2 не устанавливать, подав сигнал на резистор R2.

Далее следует определиться, откуда брать сигнал на включение ходовых огней после пуска двигателя. Вариантов два. Первый — датчик аварийного давления масла (ДАДМ). Этот вариант следует проверить на пригодность. Понадобится резистор сопротивлением 20 кОм. Отключаем провод от ДАДМ, один вывод резистора 20 кОм подключаем к проводу, а второй — к "массе" автомобиля и включаем зажигание. Если при этом высвечивается сигнал о низком давлении масла, то первый вариант не пригоден. Второй вариант — использовать контакт для подключения лампы, сигнализирующей об исправности генератора. Обозначения контакта для различных генераторов следующие: D, D+, 61, L, WL, IND. Это гарантированный вариант.

Блок индикации неоднократно устанавливался на автомобили и показал себя с наилучшей стороны. Все, кому он был установлен, остались довольны его работой, чего ожидаю и от тех, кто захочет его повторить.

БУТОВ А. Экономичный сигнализатор перегрева. — Радио, 2012, № 8, с. 42, 43.

Печатная плата.

Чертеж возможного варианта платы показан на **рис. 1**. На ней размещены все детали, кроме кнопок SB1, SB2, выключателя SA1, датчика VT1, синтезатора G1, динамической головки BA1 и батареи питания GB1. Все постоянные резисторы, кроме R8 (C1-13), — МЛТ, C2-33, подстроечный R4 — многооборотный металлокерамический фирмы BOURNS сопротивлением 500 кОм. Конденсаторы C1, C3, C4 — керамические K10-17, C2, C6, C8 — оксидные импортные фирмы Jamicon, C5, C7, C9 — керамические типоразмера 1210 для поверхностного монтажа (SMD). Предусмотрена возможность установки SMD-конденсатора (C8') при отсутствии оксидно-

го C8 с малым током утечки. Транзисторы VT3, VT4 — серии КТ3107. Остальные детали — указанных в статье типов.

СЕРЕБРЯННИКОВ И. Регулятор температуры. — Радио, 2013, № 3, с. 39, 40.

Печатная плата первого устройства.

Чертеж возможного варианта платы (рис. 1 в статье) показан на **рис. 2**. Постоянные резисторы — МЛТ, C2-33, подстроечные — СП3-19а, конденсаторы — керамические K10-17. Остальные детали — указанных на схеме типов. Штрихпунктирными линиями изображён П-образный теплоотвод тиристора VS1, согнутый из полосы листового алюминиевого сплава размерами 90×22×1,5 мм.

МОРОЗ К. Квасисенсорные релейные переключатели. — Радио, 2013, № 7, с. 28, 29.

Печатная плата переключателя по схеме на рис. 5.

Чертеж возможного варианта платы этого переключателя с деталями сетевого источника питания (R1, C1, C2, VD1—VD4 по рис. 1 в статье) и элементами для подключения цифрового индикатора включённого положения показан на **рис. 3** (во избежание путаницы позиционные обозначения этих элементов начинаются с цифры 3, что указывает на их принадлежность к схеме на рис. 3 в статье). Резисторы — МЛТ, C2-33, конденсатор C1 — плёночный K73-17 (на 630 В), C2 — оксидный импортный, C3 — керамический K10-17, C4 — КМ. Остальные детали — указанных на схеме типов. Реле K1 и K2 закрепляют на плате гайками М3,

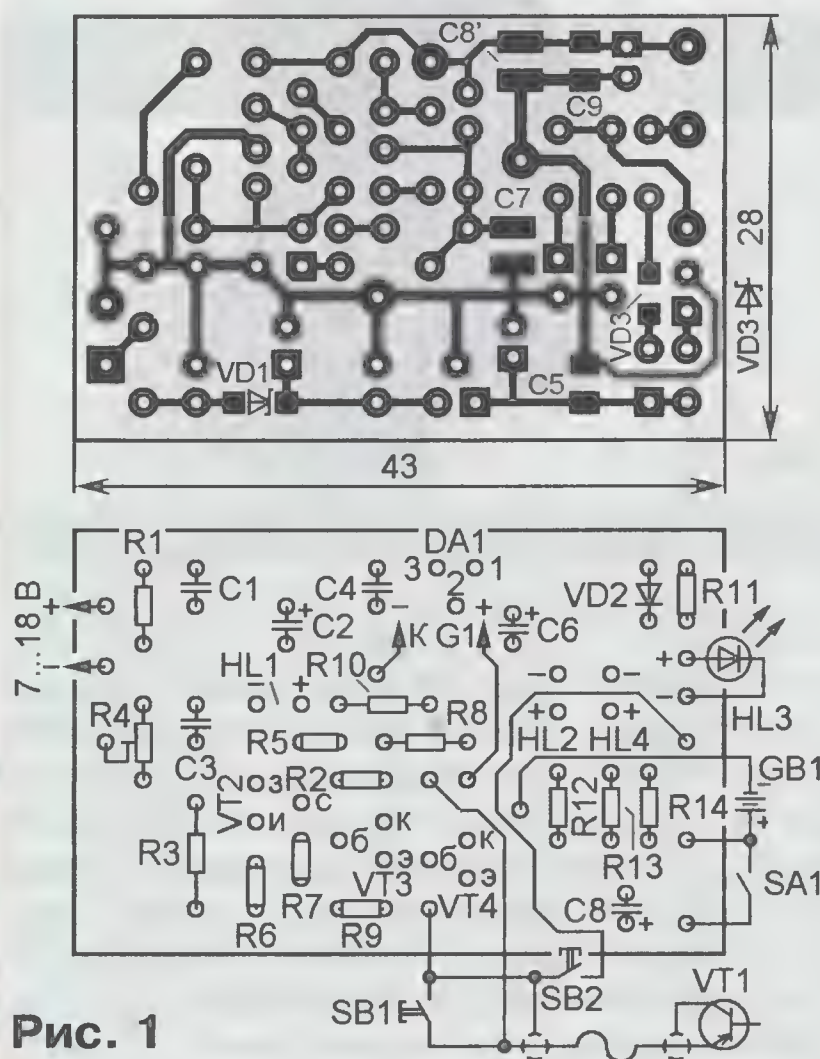


Рис. 1

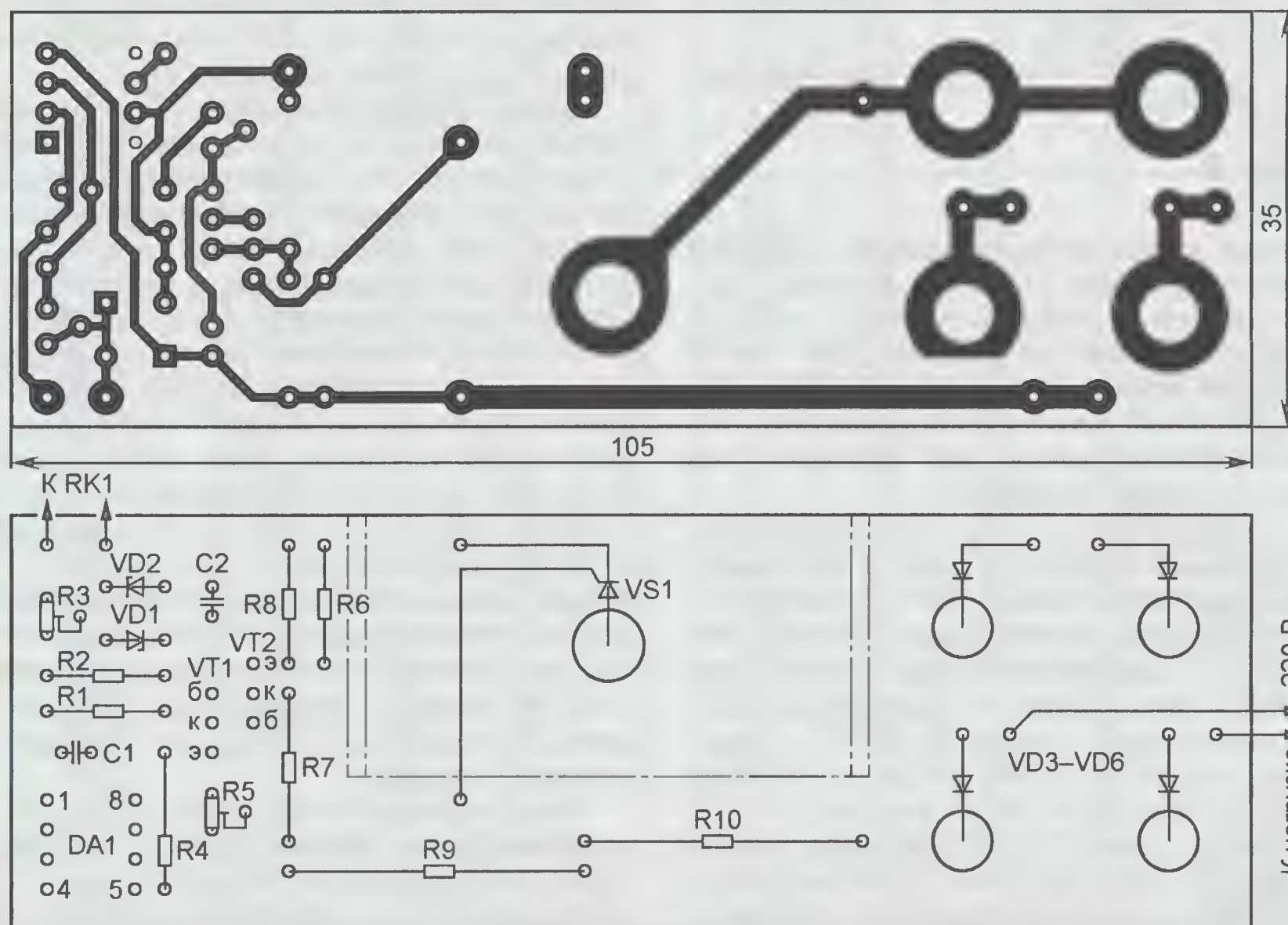


Рис. 2

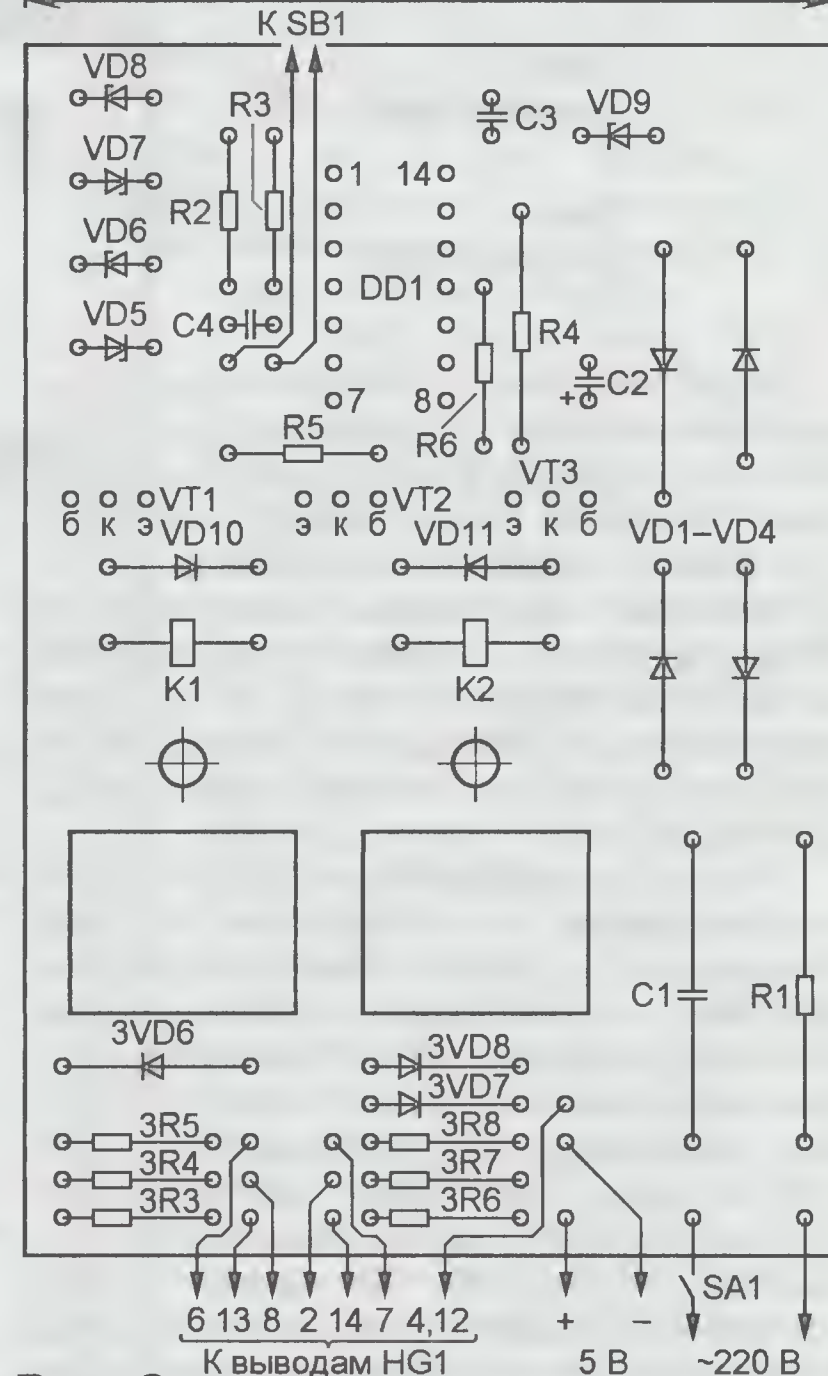
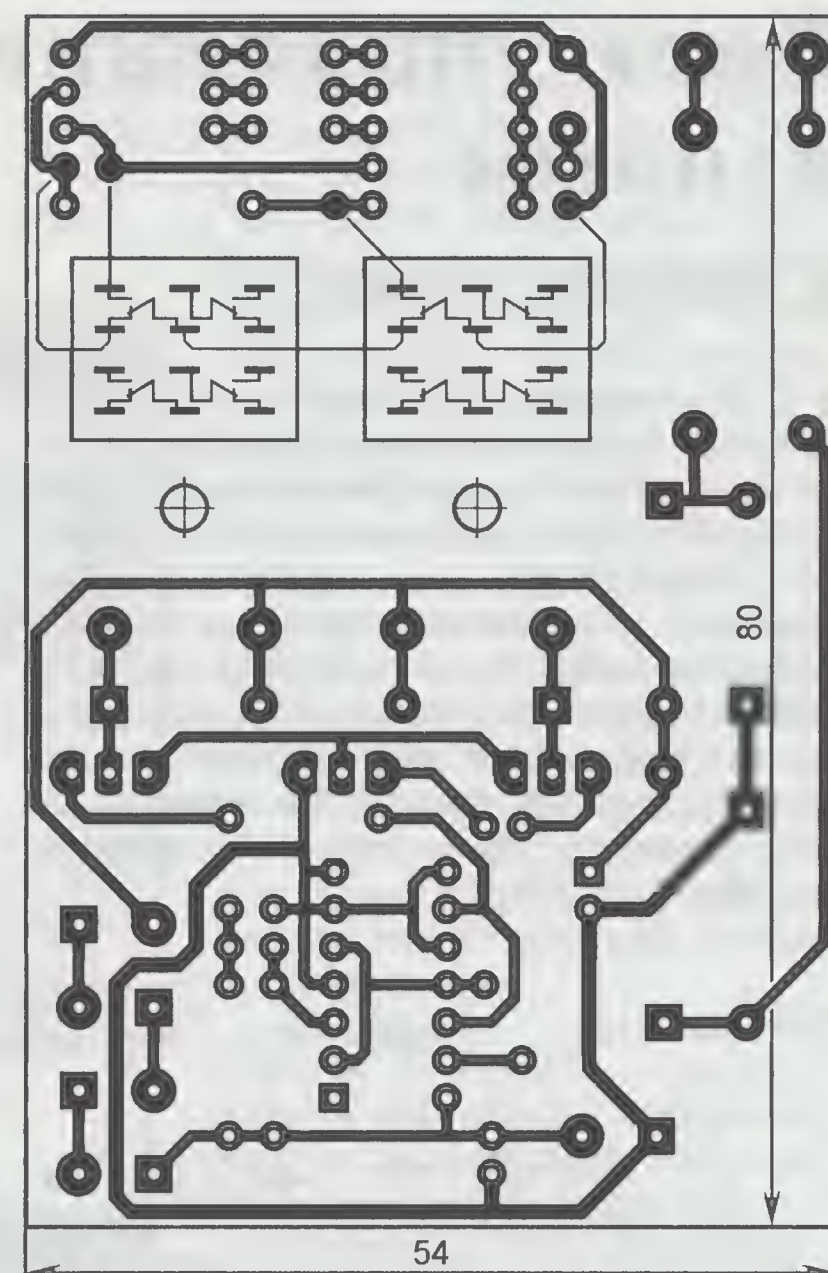


Рис. 3

навинченными на выступающие концы их резьбовых шпилек. Для соединения контактов реле между собой и с элементами 3R3—3R8, 3VD6—3VD8 используют короткие отрезки монтажного провода в теплостойкой изоляции (их припаивают к круглым контактным площадкам без отверстий)

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ

ГАВРИЛОВ К. "Бегущие огни" на энергосберегающих лампах. — Радио, 2012, № 2, с. 43, 44.

На рис. 1 вывод 6 микросхемы DD2 должен быть соединён с её выводами 5 и 13, а не с минусовым проводом питания, как показано на схеме.

ИК-датчик препятствий

Р. ЭКИМЯН, г. Гюмри, Армения

Одна из задач, которую приходится решать при разработке самодвижущихся бытовых электроприборов (например, роботизированных пылесосов), игрушек (моделей транспортных средств, роботов) и других подобных автоматизированных устройств, — обнаружение и обход препятствий (отдельных предметов, стен, ограждений). Для обнаружения преград используют контактные и бесконтактные датчики. Первые просты в реализации, но их надёжность невелика из-за подверженности механических контактов влиянию окружающей среды (влаги, пыли), поэтому предпочтение отдают вторым. Наиболее часто применяют датчики, использующие ИК-излучение. Именно таков и предлагаемый датчик. В нём применены фотоприёмник от приёмопередающего ИК-модуля TFDT4500 и ИК-диод, излучение которого модулируется генератором на транзисторах. Максимальная дальность обнаружения препятствий — 0,5 м

Схема устройства приведена на рис. 1. Оно состоит из ИК-передатчика и приёмника. Первый представляет собой мультивибратор на транзисторах VT1 и VT3. ИК-диод VD1 включён в кол-

ллекторную цепь транзистора VT1 и излучает импульсы с частотой следования около 10 кГц. Приёмник содержит

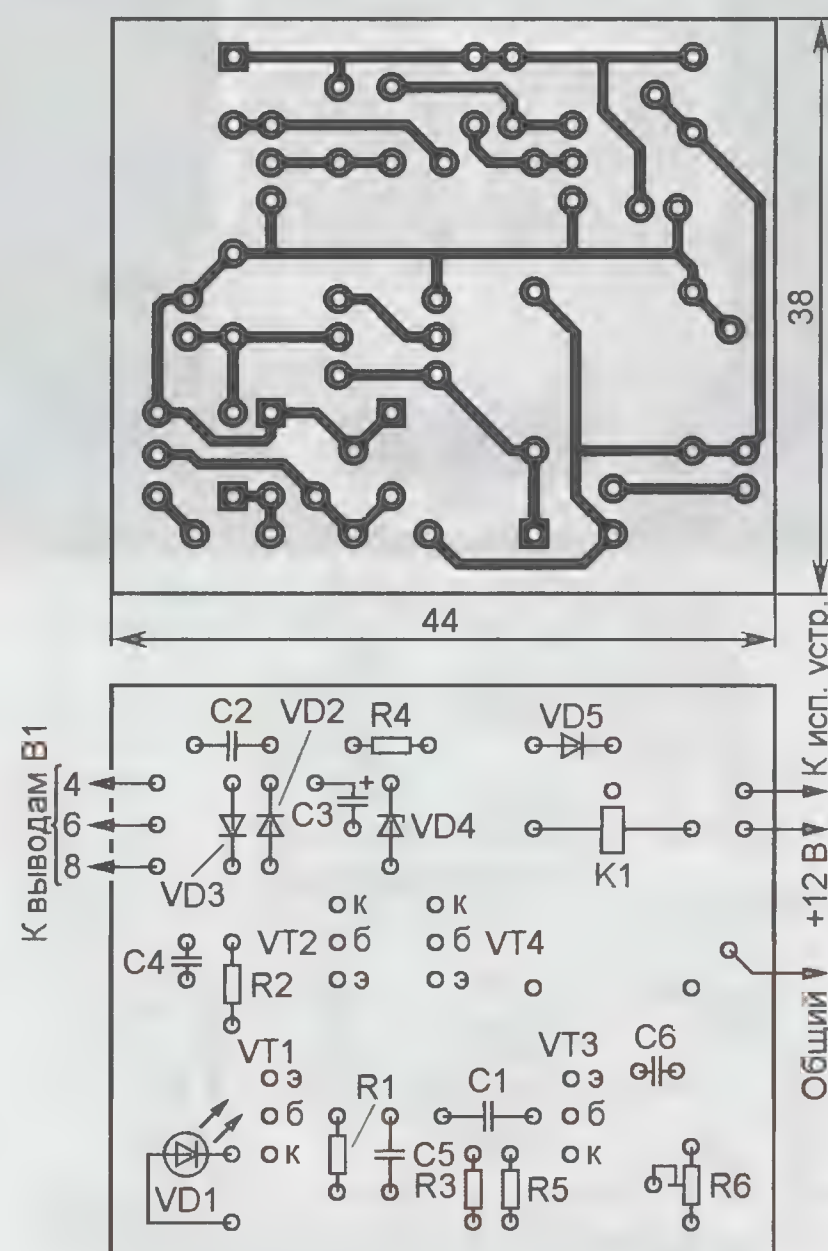


Рис. 2

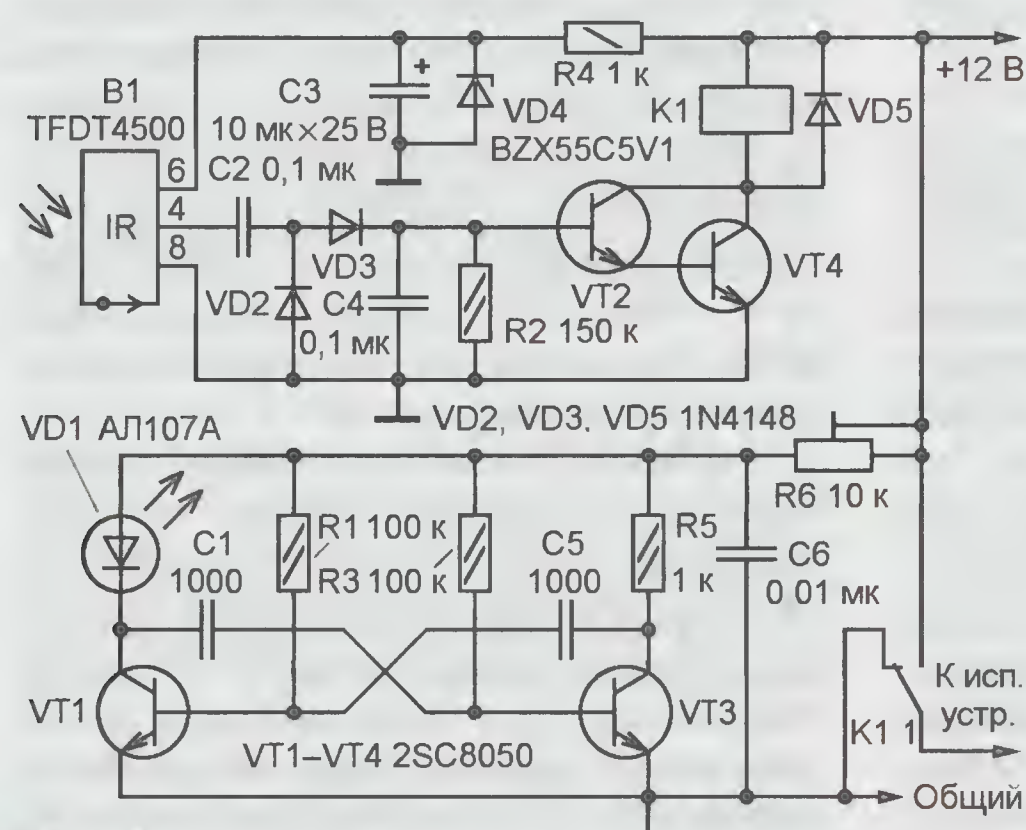


Рис. 1

ИК-фотоприёмник В1, выпрямитель по схеме удвоения напряжения на диодах VD2 и VD3, усилитель постоянного тока на составном транзисторе VT2VT4, нагруженный электромагнитным реле К1, и параметрический стабилизатор напряжения R4VD4. Отражённые от препятствия ИК-лучи принимаются фотоприёмником и преобразуются им в электрические сигналы, которые через разделительный конденсатор С1 поступают на выпрямитель. При превышении напряжением на базе транзистора VT2 уровня

1,2...1,4 В срабатывает реле К1 и контактами К1.1 включает исполнительное устройство. Дальность обнаружения препятствия зависит от мощности излучения ИК-диода VD1, которую регулируют подстроечным резистором R6.

Устройство смонтировано на печатной плате из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита, чертёж которой показан на рис. 2. Постоянные резисторы — любые малогабаритные (МЛТ, С2-23, С2-33 или импортные аналоги), подстроечный — 3266W фирмы Bourns или отечественный СПЗ-19а, конденсатор С3 — оксидный импортный, остальные — керамические КМ, реле К1 — импортное MAD-S-112-A 12VDC (12 В) или любое другое малогабаритное с напряжением срабатывания 10...11 В и контактами, рассчитанными на коммутацию тока нагрузки при её рабочем напряжении. Возможная замена транзисторов 2SC8050 — из серий КТ3102 (VT1, VT3) и КТ503 (VT2, VT4), диодов 1N4148 — КД510А, КД521А—КД521Д, КД522А, КД522Б, 1N914, стабилитрона BZX55C5V1 — любой с напряжением стабилизации, близким 5 В.

Собранное из исправных деталей и без ошибок в монтаже устройство начинает работать сразу после включения питания. Необходимо только подстроечным резистором R6 подобрать мощность излучения ИК-передатчика, достаточную для обнаружения препятствий на заданном расстоянии, и при необходимости отодвинуть излучатель и фотоприёмник друг от друга (если засветка последнего ИК-диодом окажется больше отражённого препятствием излучения).

От редакции. Видеоролик, иллюстрирующий работу устройства, имеется по адресу <ftp://ftp.radio.ru/pub/2014/03/irlocator.zip> на нашем FTP-сервере

Зарядно-питающее устройство на солнечных батареях

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Об автономных газонных светодиодных светильниках и конструкциях на их основе уже было рассказано на страницах журнала "Радио". Из-за доступности и невысокой стоимости как сами светильники, так и их отдельные элементы могут найти применение в радиолюбительской практике. Например, солнечные батареи можно использовать для питания различной радиоаппаратуры или зарядки аккумуляторов. Именно так и сделано в предлагаемом устройстве. Это может быть важно, если использовать сетевые источники питания неудобно или невозможно. А сами светильники, оставшиеся без батарей, впоследствии были немного доработаны и на их основе изготовлены индикаторы и сигнализаторы различного назначения.

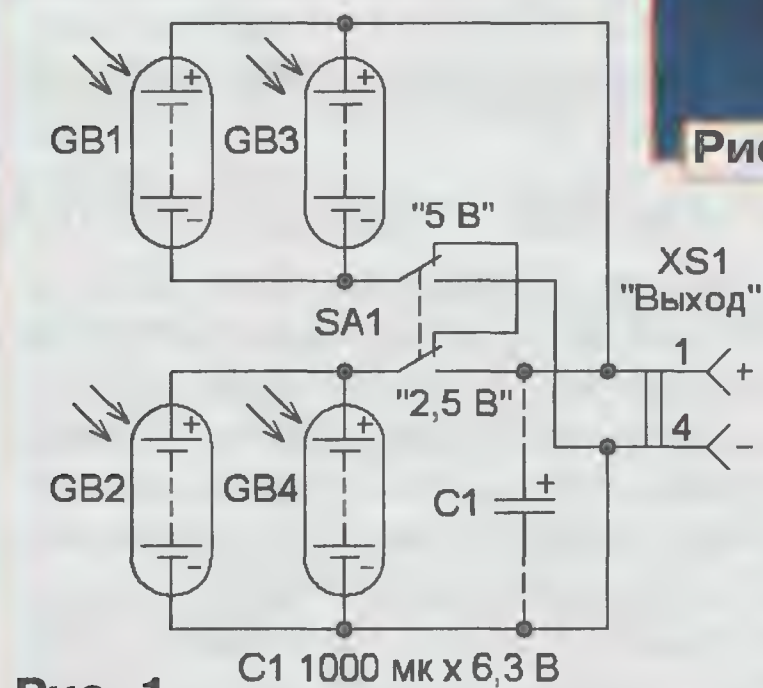


Рис. 1

Схема устройства представлена на рис. 1. В нём применены четыре солнечные батареи (размеры каждой 25×25 мм) с номинальным напряжением около 2,5 В от малогабаритных светодиодных светильников торговой марки Wolta Solar. Чтобы увеличить выходной ток, солнечные батареи соединены попарно параллельно. Выходное напряжение устанавливают переключателем SA1. В нижнем по схеме положении переключателя пары солнечных батарей соединены параллельно и максимальный суммарный выходной ток при ярком солнечном освещении достигает 30...40 мА. В верхнем положении контактов переключателя пары батарей соединены последовательно и выходное напряжение возрастает вдвое (до 5 В), а максимальный ток во столько же раз уменьшается. Устройство может обеспечить питание малогабаритной радио-

аппаратуры, а также подзарядку аккумуляторов, например, светодиодного фонаря или сотового телефона.

Все элементы устройства размещены в прозрачном пластиковом корпусе размерами 15×62×75 мм из-под канцелярских кнопок. Корпус имеет "ручку", с помощью которой устройство можно закрепить и разместить в удобном



Рис. 2

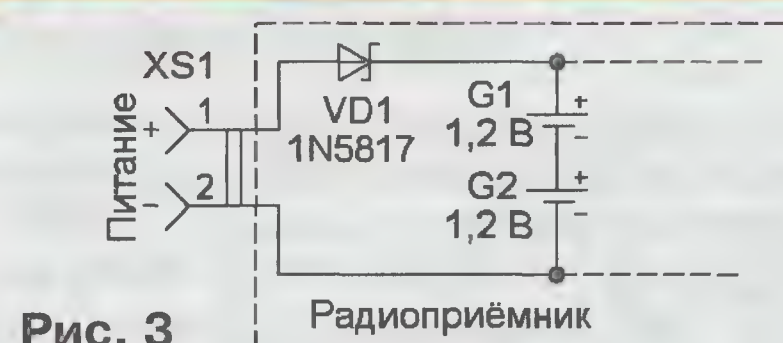


Рис. 3

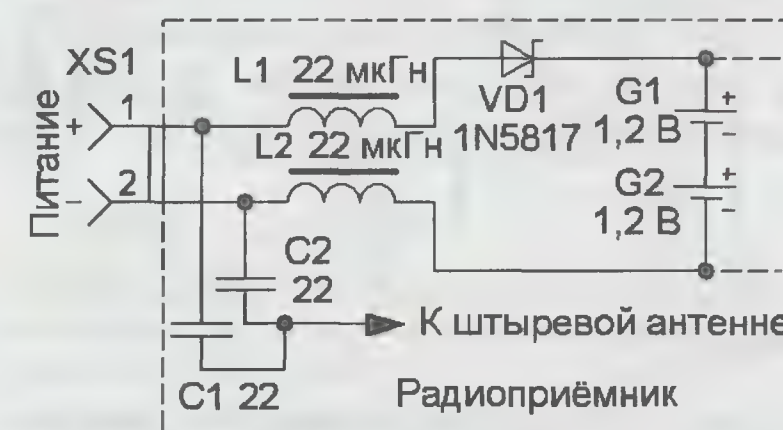


Рис. 4

месте. Солнечные батареи размещают на крышке корпуса и по краю закрепляют клеем. Переключатель SA1 — любой малогабаритный на два положения и два направления, он установлен на боковой стенке. Гнездо XS1 (USB-A) установлено там же. Применение этого гнезда обусловлено тем, что оно одно из самых распространённых и позволяет подключать к устройству сотовые телефоны для подзарядки их аккумуляторов. Конденсатор C1 устанавливают, если устройство планируется использовать для питания какой-либо звуковоспроизводящей аппаратуры, напри-

мер радиоприёмника. После проверки устройства корпус (кроме окон для солнечных батарей) покрывают белой краской. Это нужно для того, чтобы уменьшить нагрев корпуса при воздействии прямых солнечных лучей.

Рассмотрим пример применения предложенного устройства для карманного радиоприёмника Powerline с УКВ- и СВ-диапазонами (рис. 2). Он питается от батареи напряжением 3 В, состоящей из двух гальванических элементов типоразмера АА. Потребляемый при средней громкости ток — 20...25 мА. На корпусе приёмника устанавливают любое малогабаритное гнездо и подключают к элементам питания (схема на рис. 3). Для этой цели можно использовать гнездо для подключения головных телефонов, которое отключают от динамической головки и выхода УЗЧ (динамическую головку подключают непосредственно к УЗЧ). Гальванические элементы заменяют Ni-Cd или Ni-Mh аккумуляторами типоразмера АА. Диод VD1 исключает разрядку элементов питания через солнечные батареи.

Для питания радиоприёмника устанавливают выходное напряжение устройства 2,5 В. Аккумуляторы в этом случае работают как буферные элементы питания. При слабом освещении и большой громкости часть необходимой для питания радиоприёмника энергии отдают аккумуляторы, а при сильном освещении и малой громкости они подзаряжаются. Но напряжения 2,5 В недостаточно для их полной зарядки, поэтому, чтобы их зарядить, на выходе устройства устанавливают напряжение 5 В, а приёмник выключают. При желании указанные солнечные батареи можно разместить непосредственно на корпусе радиоприёмника. Но тогда придётся постоянно ориентировать его на источник света, что неудобно, и к тому же пропадёт универсальность устройства.

Провод, соединяющий устройство с приёмником, если он длиной около 1 м, можно использовать как антенну УКВ-диапазона, что позволит улучшить качество приёма на большом удалении от радиостанций. Для этого схему питания изменяют в соответствии с рис. 4. Можно применить отечественные дроссели серии ДМ или импортные серии EC24. Конденсаторы — любые керамические малогабаритные.

Чтобы от устройства заряжать аккумулятор или аккумуляторную батарею, например светодиодного фонаря, на его корпусе нужно установить малогабаритный разъём. В качестве источника света можно использовать и настольную лампу. Дальнейшее направление доработки — установка аккумуляторов внутри корпуса.

Музыкальная шкатулка

П. ЮДИН, г. Уфа

В некоторых недорогих музыкальных игрушках с электронной "начинкой" применяется модуль с маркировкой S0744, собранный на печатной плате с применением бескорпусной микросхемы, которая залита компаундом. На плате также установлены биполярный транзистор (S9014), резистор и размещены контактные площадки для восьми кнопок. Напряжение питания модуля — 3 В. При нажатии на кнопку звучит соответствующая ей нота.

Однако токопроводящее покрытие кнопок, которое замыкает контакты на печатной плате, быстро изнашивается, и пользоваться игрушкой становится невозможно. Поэтому появилась идея "перепрофилировать" этот модуль, собрав на его основе музыкальную шкатулку, способную исполнять небольшие отрывки простых мелодий. Было решено сделать устройство так, чтобы с помощью проволочных перемычек можно было бы "запро-

граммировать" воспроизводимую мелодию.

Схема устройства показана на рис. 1. На микросхеме DD1 собран задающий генератор, его частота стабилизирована "часовым" кварцевым резонатором ZQ1. Микросхема DD2 — десятичный счётчик с дешифратором. Её выходные сигналы через диоды VD2—VD11 поступают на гнезда XS5—XS14, далее через проволочные перемычки — на XS15—XS22, которые соединены с управляющими входами модуля A1. Высокий уровень напряжения, поступающий на эти входы через перемычки, воспринимается модулем как нажатие на кнопку, поэтому воспроизводится соответствующая

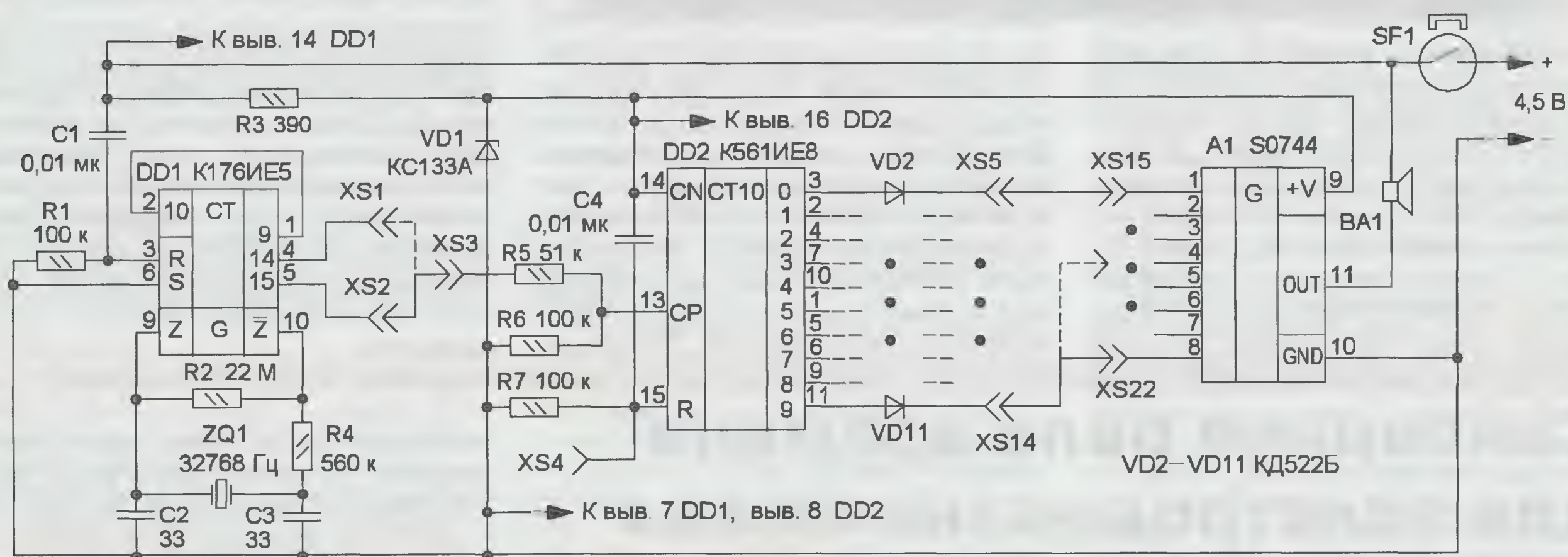


Рис. 1

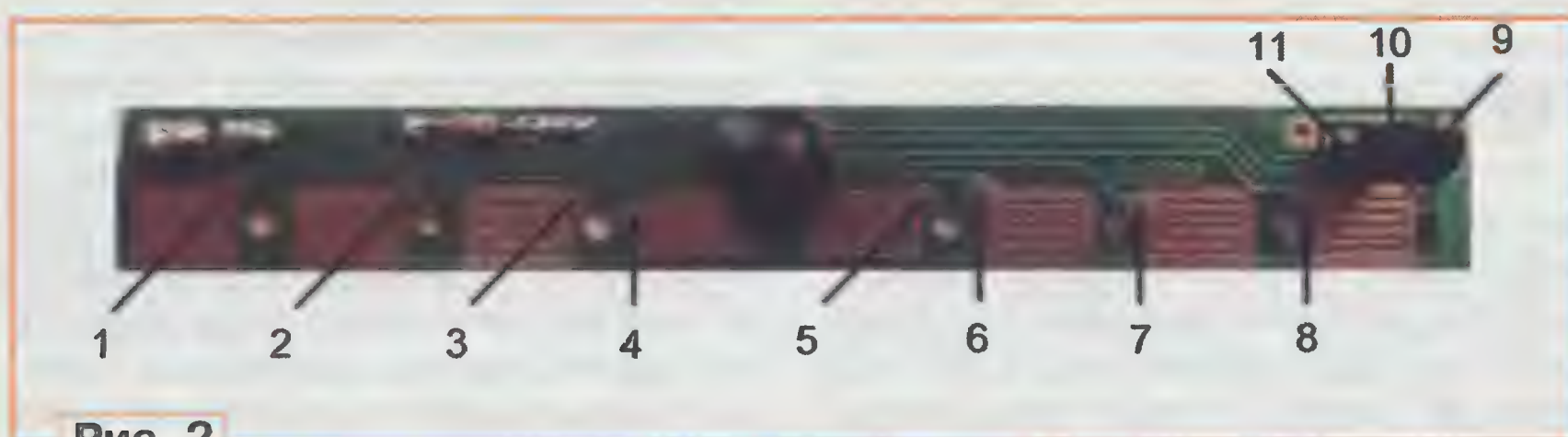


Рис. 2

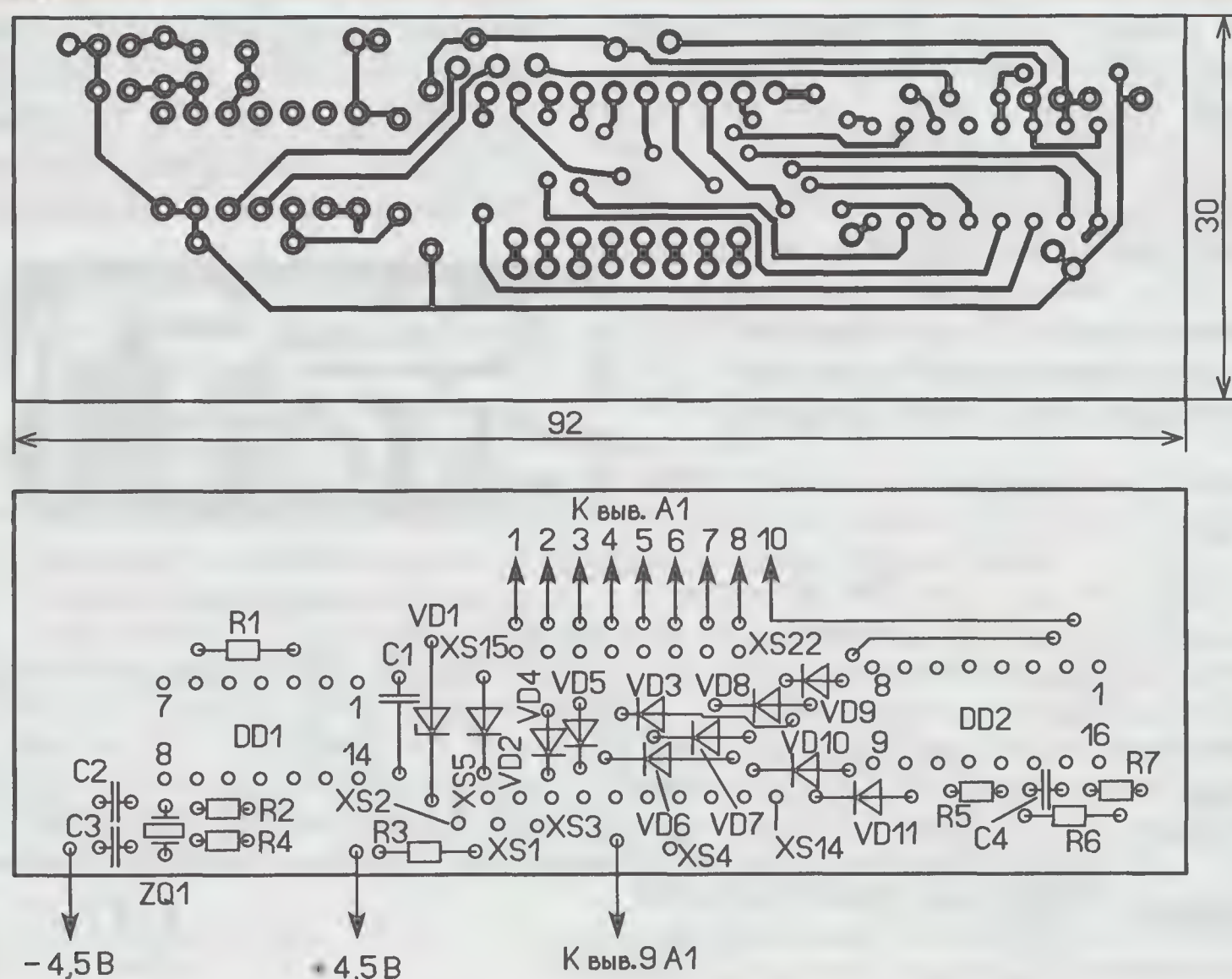


Рис. 3

нота. Один вход может быть подключён к нескольким выходам счётчика-дешифратора DD2. "Запрограммированная" с помощью перемычек мелодия воспроизводится динамической головкой BA1, которая подключена к коллектору транзистора, размещённого на плате модуля. Внешний вид модуля показан на рис. 2, нумерация контактов условная, по порядку против часовой стрелки.

Задающий генератор питается от батареи напряжением 4,5 В — три гальванических элемента типоразмера AAA. Питание поступает через замкнутые контакты геркона SF1. Счётчик-дешифратор и модуль питаются от параметрического стабилизатора напряжения R3VD1. Резистивный делитель R5R6 согласовывает логические уровни микросхем DD1 и DD2.

После включения напряжения питания RC-цепи C1R1 и C4R7 устанавливают микросхемы DD1 и DD2 в исходное состояние. На выходах 14 (вывод 4) и 15 (вывод 5) формируются импульсы с периодом следования 0,5 и 1 с, которые поступают на гнезда XS1 и XS2 соответственно. Проволочной перемычкой соединяют одно из этих гнезд с XS3, и соответствующие импульсы через резистивный делитель напряжения R5R6 поступают на вход счётчика-дешифратора DD2. Импульсы высокого

уровня, поочерёдно появляющиеся на выходах DD2 через диоды VD2—VD11, гнезда XS5—XS22 и проволочные переключики поступят на входы модуля A1, и зазвучит "запрограммированная" с помощью этих переключиков мелодия.

Рис. 4



Большинство элементов смонтированы на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита, чертёж которой показан на рис. 3. Применены резисторы МЛТ, ВС, конденсаторы — К10-17, диоды VD2—VD11 — любые из серий КД521, КД522, КД103. ZQ1 — "часовой" кварцевый резонатор. Геркон — КЭМ-3, используются его нормально замкнутые контакты, которые

при приближении магнита размыкаются. Динамическая головка — любая малогабаритная с сопротивлением звуковой катушки 8 Ом и более, например, от системного блока компьютера. Гнезда XS1—XS22 изготовлены из панели

для установки микросхемы в корпусе DIP. Необходимое число гнезд аккуратно откусывают бокорезами и монтируют на плату. Переключики изготовлены из одножильного изолированного провода такого диаметра, чтобы он надёжно фиксировался в гнездах. После установки элементов к плате приклеивают модуль (рис. 4) и подключают его проволочными переключиками. Предвари-

тельно на модуле резистор и транзистор переставляют на сторону с печатными проводниками.

Установкой перемычки между гнездами XS1 и XS3 или XS2 и XS3 меняют темп воспроизведения мелодии. Перемычка между гнездом XS4 и одним из гнезд XS5—XS14 устанавливает продолжительность воспроизводимого фрагмента мелодии. Максимальное число нот фрагмента — 10. Расположение переключиков, показанное на рис. 4, соответствует фрагменту мелодии детской песни "Жили у бабуси два весёлых гуся".

Смонтированную и проверенную плату вместе с динамической головкой и батареей питания помещают в отдельный отсек шкатулки, которую планируют сделать музыкальной. К её крышке приклеивают магнит, а к внутренней стенке — геркон. Они должны быть расположены таким образом, чтобы при открывании контакты геркона замыкались, а при закрывании размыкались. Это устройство можно использовать как квартирный звонок, для этого геркон заменяют кнопкой с самовозвратом.

Сенсорное реле времени для электромеханических игрушек

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

Устройство предназначено для установки в детскую электромеханическую игрушку и позволяет продлить срок службы химических источников тока. Оно автоматически отключит питание конструкции спустя заданное время. Для детских игрушек наличие такой функции актуально, поскольку ребёнок может в любой момент потерять к ней интерес, не отключив встроенным выключателем её питание.

Схема реле времени представлена на рис. 1. После подачи напряжения питания конденсатор C2 разряжен, все транзисторы закрыты и питание на электродвигатель (или электродвигате-

ли) не подаётся, а потребляемый ток отсутствует. Запускается реле одновременным касанием пальцами или ладонью сенсорных элементов E1, E2, при этом на затвор полевого транзистора VT2 поступит открывающее напряжение. Вслед за ним откроются транзисторы VT3 и VT4, и электродвигатель начнёт работать. Если отпустить сенсорные элементы, транзистор VT2 закроется, но начнётся зарядка конденсатора C2 через резисторы R2, R3, R6, эмиттерный переход транзистора VT3 и открытый канал транзистора VT4. За счёт этого тока VT3 и VT4 остаются

открытыми и на электродвигатель поступает питающее напряжение. При этом падение напряжения на транзисторе VT4 не превысит 50 мВ, а максимальный ток через него не должен превышать 3 А.

Когда зарядка конденсатора C2 закончится, транзисторы VT3 и VT4 закроются и электродвигатель будет обесточен. Для указанных на схеме элементов при напряжении питания 3 В и токе нагрузки 0,5 А задержка отключения питания составит около 120 с. Повторное прикосновение к сенсорным элементам приведёт к открыванию транзисторов VT2—VT4, и конденсатор C2 быстро разрядится через открытые транзисторы VT2, VT4 и токоограничивающий резистор R6. Поэтому после отпускания сенсорных элементов отсчёт выдержки начнётся заново.

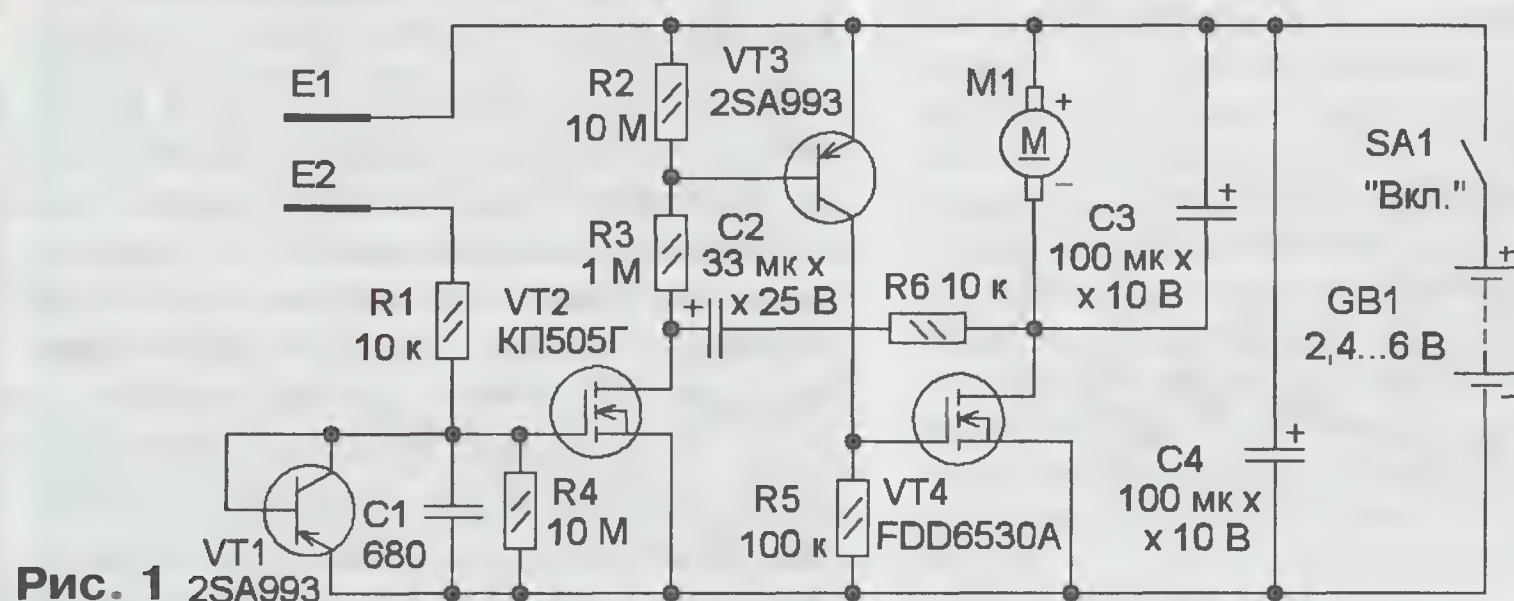


Рис. 1

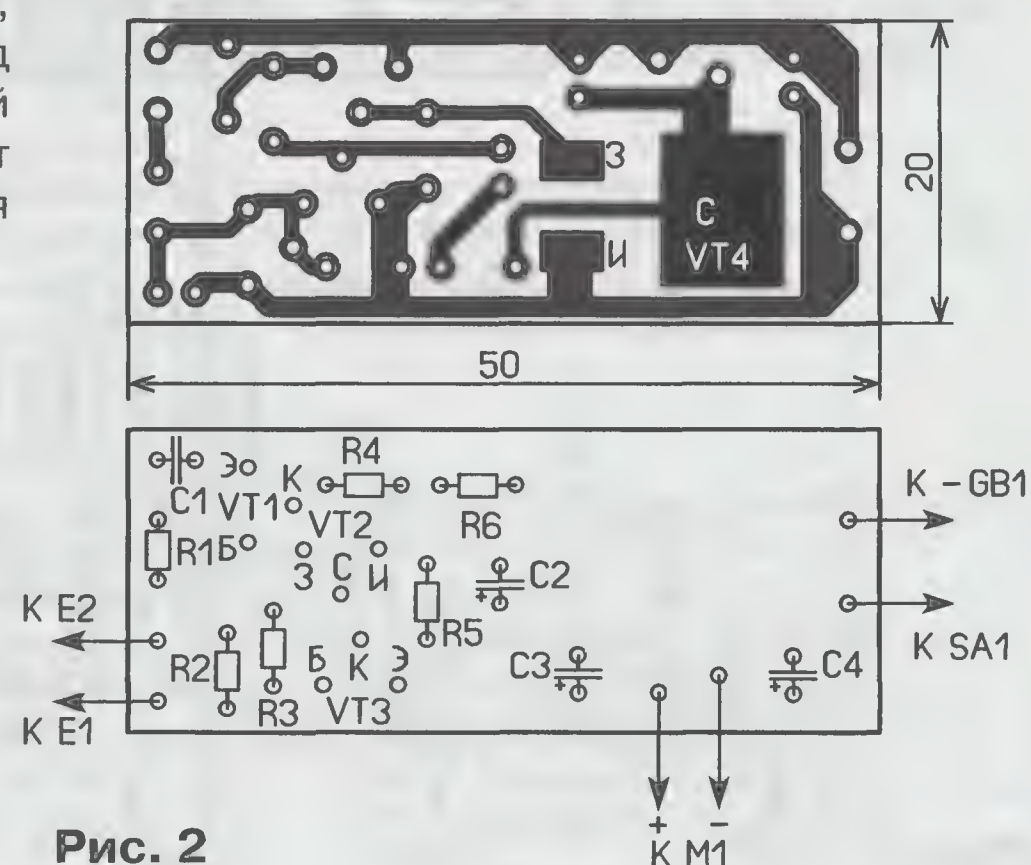


Рис. 2

Эмиттерный переход транзистора VT1 работает как микро мощный стабилитрон и защищает затвор полевого транзистора VT2. Конденсатор C1 подавляет высокочастотные наводки, резистор R1 — токоограничивающий.

Электродвигатель M1, выключатель питания SA1 и батарея GB1 — штатные элементы игрушки. Остальные детали, кроме сенсорных элементов, размещены на односторонней печатной плате, чертёж которой показан на рис. 2. Если отверстия в плате не сверлить, элементы можно припаять непосредственно к соответствующим контактным площадкам, что позволит уменьшить габаритные размеры смонтированной платы. Применены резисторы C2-23, P1-4, конденсатор C1 — K10-17, K10-50, остальные — импортные ок-

сидные малогабаритные низкопрофильные, C2 должен иметь как можно меньший ток утечки, поэтому желательно, чтобы он был танталовым. Взамен полевого транзистора КП505Г подойдёт любой из серий КП505, BSS88, BSS295, а также экземпляр из серий КП501, КП504, ZVN2120 с пороговым напряжением не более 2 В при токе стока 100 мкА. Транзисторы 2SA993 можно заменить любыми серий KT3107, 2SA104, 2SA109, 2SA1048. Замена полевого транзистора FDD6530A — AP9916H, P45N02LDG. На время монтажа выводы затвора и истока полевых транзисторов соединяют провололочной перемычкой, чтобы предотвратить их повреждение.

В качестве сенсорных элементов E1, E2 можно использовать металлические

элементы отделки игрушки, например, декоративные дверные ручки модели автомобиля, при этом сам корпус должен быть пластмассовым. Элементы размещают так, чтобы они были замкнуты пальцами или ладонью, когда игрушку берут в руки.

Налаживание устройства заключается в установке времени выдержки подборкой конденсатора C2. Для неуправляемых электромеханических игрушек его предпочтительнее установить в интервале 15...30 с, а для радиоуправляемых — 2...10 мин. Следует учесть, что при уменьшении напряжения питания устройства время выдержки также уменьшается. Взамен электродвигателя может быть и другая нагрузка, например, лампы накаливания или различные электронные узлы.

Микроконтроллеры MSP430. Хранение изменяемых параметров во FLASH-памяти

С. СОКОЛ, г. Мариуполь, Украина

В различных микроконтроллерных устройствах, разрабатываемых радиолюбителями, зачастую возникает необходимость сохранять полученную во время их работы информацию и установленные пользователем параметры в энергонезависимой памяти. В микроконтроллерах семейств AVR и PICmicro для этого предназначена память специального типа, называемая EEPROM. Она имеет ряд преимуществ по сравнению с FLASH-памятью, обычно применяемой в микроконтроллерах только для хранения программ. Во-первых, у неё во много раз больше допустимое число циклов перезаписи (для микроконтроллеров AVR оно достигает 100000). Во-вторых, эта память имеет возможность побайтного изменения, а для перезаписи всего одного байта FLASH-памяти необходимо стирать целый блок (сегмент) ячеек. В микроконтроллерах семейства MSP430 EEPROM отсутствует, но для хранения пользовательской информации в них выделена специальная область FLASH-памяти, называемая информационной.

В предлагаемой статье рассмотрены основы работы с FLASH-памятью микроконтроллеров семейства MSP430 — стирание сегмента, побайтовая запись и чтение.

Как и в статьях [1—4], для изучения нового для нас периферийного модуля микроконтроллера семейства MSP430 — контроллера FLASH-памяти — решим конкретную практическую задачу. Создадим на базе отладочной платы MSP-EXP430G2 LaunchPad устройство контроля состояния дискретного датчика и управления двумя осветительными приборами. Первый из них должен иметь два состояния — включено и выключено, а для второго предусмотрена плавная регулировка яркости. Контроль и управление работой устройства будут производиться с помощью ком-

пьютера, подающего следующие команды:

r — определить состояние датчика;
j — включить первый осветительный прибор;
k — выключить первый осветительный прибор;
цифры 0—9 — установить яркость второго осветительного прибора пропорционально цифре (0 — выключено, 9 — максимум);
s — запомнить текущее состояние осветительных приборов в энергонезависимой памяти микроконтроллера.

Проанализируем, какие модули микроконтроллера потребуются для решения поставленной задачи. Чтобы определять состояние датчика, включать и выключать первый источник света, нужны дискретные порты ввода/вывода, рассмотренные в [1]. Для регулирования яркости второго источника будет использован аппаратный модуль ШИМ таймера 0, рассмотренный в [4]. Для связи с компьютером потребуется модуль универсального приёмопередатчика, рассмотренный в [3]. Для запоминания состояния источников нужно использовать контроллер FLASH-памяти.

Как видим, большинство необходимых модулей микроконтроллера было изучено ранее, их использование не должно вызвать трудностей. А вот модуль контроллера FLASH-памяти только предстоит изучить. Не вдаваясь глубоко в особенности функционирования этого контроллера (подробно с ними можно ознакомиться в [5]), рассмотрим его работу с точки зрения пользователя.

Итак, вся FLASH-память каждого микроконтроллера семейства MSP430 разделена на две части — основную и информационную. Функционируют они совершенно одинаково, однако различаются размерами сегментов. В основной памяти они содержат по 512 байт, а в информационной — по 64 байта (это относится к подсемейству MSP430x2xxx, в других подсемействах размеры сегментов могут быть иными). Записывать информацию во FLASH-память можно поразрядно, побайтно или пословно, но стереть можно только весь сегмент целиком.

Рассмотрим структуру информационной памяти более подробно, поскольку именно она предназначена для хранения пользовательской информации. В ней имеются четыре сегмента,

которые называются А, В, С, D. Они занимают в адресном пространстве следующие области:

- А — 0x10B0—0x10FF;
- В — 0x1080—0x10AF;
- С — 0x1040—0x107F;
- D — 0x1000—0x103F.

Сегмент А несколько отличается от остальных, поскольку в нём записаны значения калибровочных констант, необходимых для точной установки частоты встроенного тактового генератора. По умолчанию запись в него заблокирована. Этот сегмент трогать не будем, поскольку константы пригодятся в будущей программе.

Для управления контроллером FLASH-памяти в микроконтроллерах подсемейства MSP430G2xxx предназначены регистры FCTL1, FCTL2 и FCTL3. Они шестнадцатиразрядные, но в восемь старших разрядов всегда должен записываться так называемый пароль записи, равный 0xA5. При попытке записать что-нибудь другое микроконтроллер перейдёт в то же состояние, что и при включении питания. Читается старший байт этих регистров всегда как 0x96.

Рассмотрим более подробно разряды упомянутых регистров, которые могут потребоваться в дальнейшем.

1. Разряды регистра FCTL1:

— WRT включает режим записи во FLASH-память, если он равен 1, и выключает режим записи, если он равен 0;

— ERASE и MERAS совместно используются для выбора режима стирания. Может быть разрешено стереть только один сегмент, только все сегменты основной памяти или все сегменты основной и информационной памяти. Последние два режима соответствуют MERAS = 1. Поскольку для решения поставленной задачи они не нужны, рассматривать их не будем. При ERASE = 1 и MERAS = 0 инициализируется режим стирания одного сегмента. Для того чтобы стереть этот сегмент, необходимо установить указатель записи на любую ячейку памяти внутри него, а затем выполнить запись произвольного числа.

2. Разряды регистра FCTL2:

— FSSEL1 и FSSEL0 задают источник тактового сигнала контроллера FLASH-памяти согласно **табл. 1** (X — произвольное состояние);

Таблица 1

FSSEL1	FSSEL0	Источник
0	0	ACLK
0	1	MCLK
1	X	SMCLK

— FN[5..0] задают коэффициент деления частоты выбранного источника тактового сигнала в контроллере FLASH-памяти, который определяется как FN[5..0]+1. Например, при FN[5..0]=0 он равен 1, а при FN[5..0]=0x3F — 64. Важно помнить, что частота тактового

сигнала после деления должна лежать в интервале 257...476 кГц. В противном случае результат операций с FLASH-памятью может оказаться непредсказуемым. Во время выполнения записи или стирания выбранный источник нельзя отключить, переводя микроконтроллер в режим пониженного энергопотребления.

По умолчанию для тактирования контроллера FLASH-памяти выбран источник MCLK, а FN[5..0] = 2, что задаёт коэффициент деления, равный 3. Поскольку тактовая частота процессора по умолчанию около 1 МГц, то тактовая частота контроллера FLASH-памяти приблизительно равна 1000/3 = 333 кГц, что входит в допустимый интервал, поэтому не будем изменять этот регистр в будущей программе.

3. Регистр FCTL3 содержит в основном статусные разряды, сигнализирующие о занятости контроллера памяти и его различных сбоях, а также управляющие разряды, позволяющие экстренно завершать операции записи или стирания. Их также рассматривать не будем, считая, что контроллер исправен и все операции выполнены корректно.

Для будущей программы потребуется только разряд LOCK. Он блокирует операции чтения и стирания FLASH-памяти, если в нём записана единица, или разрешает их, если записан ноль. Если, однако, записать единицу в этот разряд во время исполнения какой-либо операции с FLASH-памятью, то операция

Таблица 2

```

1  #include <msp430.h>
2
3  char *Flash_ptrD;
4
5  #pragma vector=USCIAB0RX_VECTOR
6  __interrupt void RX (void)
7  {
8      if ((UCA0RXBUF >= '0') && (UCA0RXBUF <= '9'))
9      {
10         TA0CCR1 = (UCA0RXBUF-48)*1000;
11         UCA0TXBUF = 'Y';
12     }
13     else if (UCA0RXBUF == 'r')
14         UCA0TXBUF = ((P1IN & BIT3) >> 3) + 48;
15     else if (UCA0RXBUF == 'j')
16     {
17         P1OUT |= BIT0;
18         UCA0TXBUF = 'Y';
19     }
20     else if (UCA0RXBUF == 'k')
21     {
22         P1OUT &= ~BIT0;
23         UCA0TXBUF = 'Y';
24     }
25     else if (UCA0RXBUF == 's')
26     {
27         Flash_ptrD = (char *) 0x1000;
28         FCTL1 = FWKEY + ERASE;
29         FCTL3 = FWKEY;
30         *Flash_ptrD = 0;
31         FCTL1 = FWKEY + WRT;
32         *Flash_ptrD++ = P1OUT;
33         *Flash_ptrD++ = TA0CCR1 >> 8;
34         *Flash_ptrD = TA0CCR1;
35         FCTL1 = FWKEY;
36         FCTL3 = FWKEY + LOCK;
37
38         UCA0TXBUF = 'Y';
39     }
40     else
41         UCA0TXBUF = 'N';
42 }
43
44 int main(void)
45 {
46     WDTCTL = WDTPW | WDTHOLD;
47     BCSCCTL1 = CALBC1_1MHZ;
48     DCOCTL = CALDCO_1MHZ;
49     P1DIR = BIT6 | BIT0;
50     P1SEL = BIT1 | BIT2 | BIT6;
51     P1SEL2 = BIT1 | BIT2;
52     P1REN = BIT3;
53     P1OUT = BIT3;
54     UCA0CTL1 |= UCSSEL1;
55     UCA0BR0 = 104;
56     UCA0BR1 = 0;
57     UCA0MCTL = UCBRS_1;
58     UCA0CTL1 &= ~UCSWRST;
59     IE2 = UCA0RXIE;
60     TA0CTL = TASSEL1 | MC0;
61     TA0CCR0 = 9000;
62     TA0CCTL1 = OUTMOD0 | OUTMOD1 | OUTMOD2;
63     Flash_ptrD = (char *) 0x1000;
64     if (*Flash_ptrD != 0xFF)
65         P1OUT |= (*Flash_ptrD++) & BIT0;
66     if (*Flash_ptrD != 0xFF)
67     {
68         TA0CCR1 = ((*Flash_ptrD++) << 8);
69         TA0CCR1 += *Flash_ptrD;
70     }
71     __bis_SR_register(SCG0 | CPUOFF | OSCOFF | GIE);
72     while (1);

```


будет завершена нормально и лишь потом память заблокирована.

В целом, это все сведения, необходимые для разработки программы. Остальное будет рассмотрено по ходу её описания. Текст программы представлен в **табл. 2**. Как и в предыдущих статьях, подробно рассмотрим только те его строки, которые ещё могут быть незнакомы читателям.

В **строке 3** объявляется указатель на переменную типа `char`, хранящий адрес текущей ячейки FLASH-памяти, с которой может производиться операция чтения или записи. Из имени указателя `FLASH_ptrD` видно, что он служит для адресации сегмента D информационной памяти.

Со **строки 43** начинается основная функция программы, носящая имя `main`. Она содержит блок инициализации микроконтроллера и встроенных в него устройств.

Строка 45 отключает сторожевой таймер.

Строки 46 и 47 загружают калибровочные константы, необходимые для установки частоты источника DCO равной 1 МГц [2].

В **строке 48** выводы P1.0 и P1.6 конфигурируются как выходы [1]. На отладочной плате к этим выводам подключены соответственно светодиоды LED1 и LED2. Они и будут играть роль осветительных приборов: LED1 — первого, а LED2 — второго.

В **строках 49 и 50** выводы P1.1 и P1.2 конфигурируются как линии приёма и передачи информации модуля универсального приёмопередатчика USCI в режиме UART [3], а вывод P1.6 — как выход ШИМ первого блока захвата таймера 0 [4].

Строки 51 и 52 подключают внутренний резистор к выводу P1.3 и к плюсу источника питания [1]. На отладочной плате с выводом P1.3 соединена кнопка S2, которая будет играть роль датчика, и его состояние должна определять программа.

В **строках 53—58** производятся конфигурация и включение универсального приёмопередатчика в режиме UART со скоростью 9600 Бод, а также разрешается генерация запроса прерывания при приёме каждого нового байта [3].

В **строках 59—60** таймер 0 настраивается на счёт от 0 до 9000, а строкой 61 его блок захвата/сравнения переводится в режим ШИМ [4]. Число 9000 выбрано не случайно, об этом будет более подробно рассказано ниже.

В **строке 62** указатель `FLASH_ptrD` устанавливается на адрес 0x1000 (начальный для сегмента D). Модификатор (`char*`) означает, что это указатель на однобайтовую ячейку. При пословной записи его следовало бы заменить на (`int*`). Чтобы уточнить,

может ли указываемая переменная иметь знак или нет, используют соответственно ключевые слова `signed` и `unsigned`. Например (`signed int *`), формирует указатель на двухбайтовую ячейку, содержащую двухбайтовое число со знаком.

В **строке 63** происходят чтение значения, находящегося в ячейке по адресу, указанному `FLASH_ptrD`, и его сравнение с 0xFF. Дело в том, что во все разряды стираемых ячеек FLASH-памяти заносятся логические единицы. Поэтому, если считанное значение состоит из единиц во всех разрядах, то, скорее всего, эта ячейка была стёрта, и использовать её содержимое нельзя. Поэтому смысл рассматриваемой строки следующий: если текущая ячейка FLASH-памяти не была стёрта, то выполнить строку 64, иначе не выполнять её.

Строку 64 попробуем разложить на составляющие, чтобы разобраться, что в ней происходит. Начало понятно — с содержимым регистра P1OUT логически суммируется нечто, находящееся в правой части выражения, а результат записывается в тот же регистр. Запись `*FLASH_ptrD++` означает, что после считывания из памяти значения, хранящегося по указанному адресу, значение указателя увеличивается на единицу, после чего он указывает уже на следующую ячейку. Операция `&BIT0` в данном случае означает поразрядное логическое умножение считанного из регистра P1OUT значения на предопределённую константу BIT0. Это нужно, чтобы изменялся только младший разряд регистра P1OUT, отвечающий за состояние светодиода LED1.

Итак, ячейка FLASH-памяти с адресом 0x1000 содержит признак состояния, в котором должен находиться светодиод LED1. Если младший разряд этой ячейки равен 1, то светодиод будет включён, в противном случае — выключен.

Строка 65 аналогична строке 63, но в ней проверяется содержимое следующей ячейки.

В **строках 67, 68** происходят чтение байтов из двух последовательных ячеек FLASH-памяти (с адресами 0x1001 и 0x1002) и загрузка их значений в регистр TA0CCR1, отвечающий за скважность импульсов ШИМ. Причём в первой ячейке содержится старший байт, а во второй — младший. Запись `<<8` в строке 67 означает, что считанное из памяти значение сдвигается на восемь разрядов влево — перемещается в старший байт.

Строка 70 отключает неиспользуемые источники тактирования и сам модуль центрального процессора, а также разрешает прерывания [2].

Строка 71 объявляет бесконечный цикл, в котором микроконтроллер

находится до получения запроса прерывания от блока USCI и в который будет возвращаться после обработки этого прерывания. Следует обратить внимание, что объявленный в строке 5 вектор прерывания по приёму байта называется `USCIAB0RX_VECTOR`, в отличие от вектора прерывания по готовности к передаче `USCIAB0TX_VECTOR`.

В **строках с 7 по 41** описан обработчик запроса прерывания от USCI.

Строка 8 проверяет, является ли принятый байт цифрой от 0 до 9. Цифры взяты в кавычки, потому что они передаются как символы — используются их коды ASCII, а не значения.

Строка 10 заносит в регистр TA0CCR1 принятое число, равное принятой цифре, умноженной на 1000. Вычитание 48 из кода ASCII требуется, чтобы преобразовать его в соответствующее число. Теперь становится понятно, почему в строке 60 в регистр TA0CCR0 было занесено число 9000. Это максимальное значение, которое может быть занесено в регистр TA0CCR1 в результате выполнения строки 10.

В **строке 11** в передающий регистр модуля USCI заносится код ASCII символа 'Y'. Он служит подтверждением того, что команда принята и исполнена.

Строка 13 проверяет, принята ли буква 'r'. Если да, то в строке 14 в регистр передачи UCA0TXBUF заносится код состояния кнопки S2 ('1' — нажата, '0' — не нажата). Операции вида `P1IN&BIT3` уже неоднократно встречались. В данном случае так проверяют, равен ли третий разряд регистра P1IN единице. Результатом этой операции может быть число восемь (кнопка не нажата) или ноль (кнопка нажата). Сдвинув его на три разряда вправо (операция `>>3`), логически инвертировав (операция `!`) и увеличив на 48, получим то, что требуется — код ASCII цифры '0' или '1'.

В **строке 15** проверяется, принята ли буква 'j'. Если да, то строкой 17 включается светодиод LED1, а строкой 18 отправляется подтверждение исполнения команды.

Строки 20—24 аналогичны строкам 15—19, но проверяется, принята ли буква 'k', а светодиод LED1 выключается.

В **строке 25** проверяется, принята ли буква 's'. Если да, то выполняются строки 26—38.

Строка 27 аналогична строке 62.

В **строке 28** устанавливается единичное значение разряда ERASE регистра FCTL1, что разрешает выполнение предстоящей операции стирания содержимого сегмента D. Предопределённая константа `FWKEY` — пароль записи 0xA5, о котором шла речь выше

и который следует добавлять ко всем кодам, загружаемым в регистры контроллера FLASH-памяти.

Строка 29 обнуляет все разряды регистра FCTL3, в том числе разряд LOCK. Этим разрешаются операции записи и стирания FLASH-памяти.

В строке 30 выполняется фиктивная запись нуля в ячейку с адресом 0x1000, принадлежащую сегменту D, чем запускается его полное стирание.

В строке 31 записывается единица в разряд WRT регистра FCTL1, что разрешает запись во FLASH-память.

В строках 32–34 выполняется запись в три последовательные ячейки FLASH-памяти сначала содержимого регистра P1OUT, затем старшего байта регистра TA0CCR1 (для этого содержимое регистра сдвигается вправо на восемь разрядов) и, наконец, содержимого младшего байта этого регистра. **Строка 34** отличается от предыдущих тем, что в ней не увеличивается значение указателя, поскольку не планируется ничего записывать в последующие ячейки.

Строка 35 обнуляет разряд WRT, запрещая операцию записи, а в следующей строке записывается единица в разряд LOCK. В результате остаётся разрешённым только чтение из FLASH-памяти.

Строка 37 отправляет подтверждение удачного завершения операции.

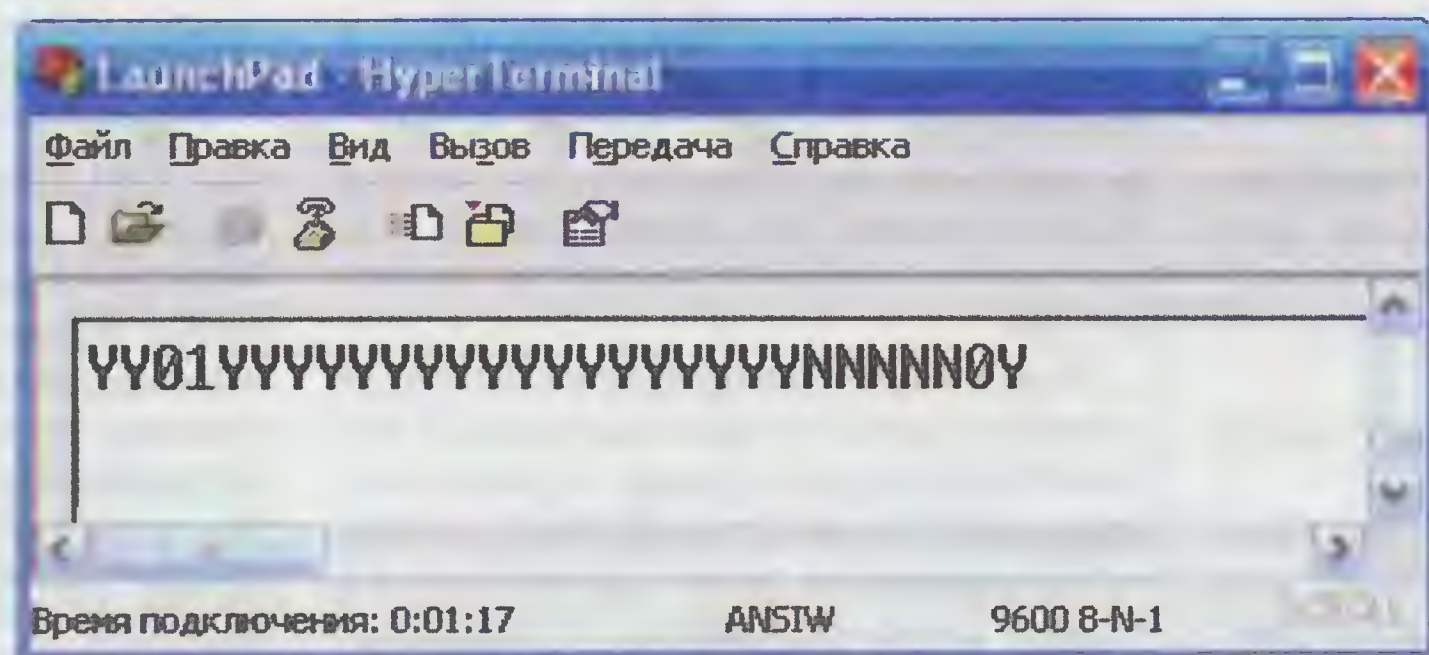
Если принятый символ не является ни одним из перечисленных выше кодов команд, то **строкой 40** по интерфейсу отправляется буква 'N' — признак того, что команда не распознана.

Перейдём к практике. О том, как создавать и настраивать новый проект, подробно написано в [1]. Единственная особенность заключается в том, что, выбрав пункт меню "Project → Options", необходимо перейти во вкладку "FET Debugger", там выбрать закладку "Download" и в поле "FLASH Erase" отметить пункт "Erase Main Memory". Это необходимо сделать, потому что иначе при загрузке новой программы в микроконтроллер стирается как общая, так и информационная память и уничтожается всё, сохранённое пользователем.

Подключив отладочную плату к USB-порту, выполняем команду "Download and Debug", компилируя программу и записывая полученный исполняемый код в память микроконтроллера. После запуска программы необходимо подключиться к отладоч-

ной плате через виртуальный COM-порт с помощью программы HyperTerminal или аналогичной. О том, как это делается, подробно написано в [3].

После установления соединения проверяем работу программы. Нажимаем по очереди клавиши j и k на клавиатуре компьютера. При этом светодиод LED1 должен включиться, затем выключиться, а в окне приёма терминальной программы должны появиться две буквы Y. Затем нажимаем на клавишу r. В окне должна появиться цифра 0.



Если нажать на ту же клавишу r, удерживая нажатой кнопку S2, то в окне появится цифра 1. Нажимая последовательно на клавиши с цифрами от 1 до 9 и обратно до цифры 0, наблюдаем, как яркость светодиода LED2 возрастает до максимума, а затем снижается до нуля. В ответ на нажатия других клавиш (кроме s) в окне должны появляться буквы N.

То, что будет отображено в окне приёма программы Hyper Terminal, должно приблизительно соответствовать **рисунку**. Если плата на все команды отвечает N, следует проверить, включена ли английская раскладка клавиатуры и не нажата ли клавиша Caps Lock.

Установив любой режим (например, включив светодиод LED1 и задав третью ступень яркости светодиода LED2), можно нажать на клавишу s, чтобы запомнить установленный режим во FLASH-памяти микроконтроллера. Теперь можно закрыть HyperTerminal, завершить отладку и отключить отладочную плату от компьютера.

Если при повторном включении платы сохранённый во FLASH-памяти режим работы светодиодов восстановится, значит, вся созданная программа работает правильно. Как видим, работа с FLASH-памятью не так уж сложна и вполне доступна для понимания. Надо лишь помнить и соблюдать перечисленные ниже ограничения.

Во-первых, напряжение питания не должно быть менее 2,2 В, иначе нормальное стирание FLASH-памяти и

запись в неё не гарантируются, а результат выполнения этих операций может быть непредсказуемым.

Во-вторых, нужно не забывать стирать весь сегмент FLASH-памяти перед тем, как перезаписывать в нём хотя бы один разряд. Специфика этой памяти такова, что в режиме записи можно изменить состояние любого разряда любой её ячейки только с единицы на ноль, но не наоборот.

В-третьих, нужно точно знать объём записываемой информации, иначе можно выйти за границы текущего сегмента и затереть важную информацию, хранящуюся в соседнем.

В-четвёртых, важно всегда с помощью разряда LOCK запрещать запись и стирание FLASH-памяти немедленно после завершения этих операций, предусмотренных программой. Это предотвратит порчу содержимого памяти вследствие случайных внешних воздействий.

В заключение хочется отметить, что используя предложенную программу как основу и добавив в неё обработку других команд и передачу информации, собранную подключёнными к LaunchPad датчиками температуры, влажности и освещённости, других физических величин, можно превратить LaunchPad в универсальный интерфейс между компьютером и внешним миром. Область применения такого устройства ограничивается лишь фантазией пользователя.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Сокол С.** Микроконтроллеры MSP430. Первые шаги. — Радио, 2012, № 12, с. 43, 44; 2013, № 1, с. 47–49.
2. **Сокол С.** Микроконтроллеры MSP430. Снижаем энергопотребление. — Радио, 2013, № 2, с. 49–51; № 3, с. 51, 52.
3. **Сокол С.** Микроконтроллеры MSP430. Необычный термометр. — Радио, 2013, № 5, с. 48–50; № 6, с. 51–53.
4. **Сокол С.** Микроконтроллеры MSP430. Сенсорный регулятор яркости светодиода. — Радио, 2013, № 7, с. 49, 50; № 8, с. 53, 54.
5. Семейство микроконтроллеров MSP430x2xx. Архитектура, программирование, разработка приложений. Пер. с англ. Евстифеева А. В. — М.: Додэка XXI, 2010.

От редакции. Файлы проекта control, содержащего рассмотренную в статье программу, находятся по адресу <ftp://ftp.radio.ru/pub/2014/03/control.zip> на нашем FTP-сервере.

о связи

8 Марта — праздник весны

**Валерия Першина —
чемпионка мира
по скоростной радиотелеграфии**

Ольга ТАКОЧАКОВА, г. Пенза

В кружок радиоспорта девятилетнюю Валерию привела бабушка, которая в то время работала на Пензенском телевидении. Ей довелось принимать участие в подготовке репортажа о подростковом клубе "Импульс" (филиал Пензенской СДЮСШ по радиоспорту). Дружеская атмосфера, целеустремлённость мальчишек и девчонок, звуки "морзянки" заинтересовали её, и она решила показать этот клуб внучке...

Первые соревнования, в которых Валерия приняла участие, были уже через несколько месяцев после того, как она приступила к изучению телеграфной азбуки. Это были традиционные областные соревнования "Открытие года" для юных спортсменов. Валерия заняла первое место в категории девочек, и с той поры радиоспорт стал частью её жизни.

Первыми выездными соревнованиями для неё были Всероссийские соревнования в Воронеже — она тогда уже выступала за сборную команду Пензенской области. Именно выездные соревнования помогли Валерии набраться опыта. Ведь одно дело, когда соревнования проходят в родном городе среди тех, кого ты хорошо знаешь, и совсем другое, когда приезжаешь в другой город.

Потом пошли соревнования более высокого уровня. Это, прежде всего, чемпионаты мира по скоростной радиотелеграфии, в которых Валерия принимала участие в составе сборной команды Российской Федерации. Первые её соревнования за пределами России проходили в Германии (2011 г.). Она признаётся — было очень страшно, но успокаивало то, что рядом находились те люди, на которых она всегда равнялась. И в первую очередь это её тренер — заслуженный мастер спорта России Эльвира Арюткина.

Затем были чемпионаты мира в Швейцарии (2012 г.) и в Болгарии (2013 г.). На XI чемпионате мира в Болгарии она в последний раз выступала в категории девушек до 16-ти лет. Из Боровца Валерия привезла одну золотую и пять

Румынии. Но времени на подготовку ещё достаточно.

Не так давно Валерии было присвоено звание мастера спорта России. Она двукратная чемпионка мира и многократная победительница и призёр первенств России, всероссийских соревнований, первенств Пензенской области. Валерия дважды лауреат премии в рамках приоритетного национального проекта "Образование" для поддержки талантливой молодёжи, утверждённого Указом Президента РФ.

А вот как она ответила на вопрос: "Какие плюсы имеет человек, занимающийся радиоспортом?"

"Конечно, в первую очередь это возможность самореализоваться. Ещё я познакомилась со многими спортсменами за границей и в нашей стране. Теперь у меня намного больше друзей, чем до начала занятий радиоспортом. Также я знаю, приходя на тренировку в подростковый клуб "Импульс", что мне всегда помогут в решении моих проблем и дадут хороший совет по любому вопросу. Мы постоянно занимаемся подвижными видами спорта как зимой, так и летом. Например, этой зимой я впервые встала на коньки. Я уже пробую работать с детьми, что помогло мне в выборе профессии. Мы участвуем во всех конкурсах для детей и молодёжи,

рисую, поём и вообще умеем многое. Думаю, что человек, пришедший к нам в клуб, найдёт для себя очень много интересного и увлекательного. В то время, когда я только начинала заниматься, у меня было много альтернативных вариантов занятий. Но я выбрала радиоспорт, и даже если бы мне представилась возможность изменить род занятий, я бы оставила всё так, как есть."



Валерия Першина и её награды.

серебряных медалей. В этом году чемпионат Европы по скоростной радиотелеграфии будет проходить в сентябре в Черногории. На этих соревнованиях она снова будет представлять Российскую Федерацию, но уже в следующей возрастной категории — юниорки до 21 года. В этой категории соревноваться будет непросто — много сильных спортсменов из Беларуси, Болгарии,

ФГУП "ГРЧЦ" и радиоловительская служба



В последнее время в РФ принят ряд нормативных актов, регулирующих использование любительских радиостанций, изменился порядок получения разрешительных документов радиоловителей, а также вид этих документов. Большая работа по подготовке нормативных актов проведена Федеральным государственным унитарным предприятием "Главный радиочастотный центр". Мы обратились к руководителю департамента морской, технологической и любительской радиосвязи ФГУП "ГРЧЦ" Р. И. Галуцу с просьбой рассказать об изменениях в нормативной базе любительской радиослужбы, которые произошли за последние годы, а также о том, какие изменения могут ожидать российских радиоловителей в ближайшем будущем.

О нормативной базе любительской службы

Современную нормативную базу, регулирующую использование радиоэлектронных средств (РЭС) любительской службы, составляют документы Государственной комиссии по радиочастотам (ГКРЧ), приказы Минкомсвязи и отдельные положения Кодекса об административных правонарушениях: Решение ГКРЧ от 15.07.2010 № 10-07-01 [1], Решение ГКРЧ от 10.03.2011 № 11-11-03 [2], части 1, 2 и 8 Приказа Минкомсвязи от 12.01.2012 № 4 [3] и Приказ Минкомсвязи от 26.07.2012 № 184 [4], а также статья 13.4 Кодекса об административных правонарушениях (КоАП) [5].

Решением ГКРЧ от 15.07.2010 № 10-07-01 выделены полосы частот, которые могут быть использованы любительскими радиостанциями, а также определены условия их использования. В Решении ГКРЧ подчеркивается, что наиболее общественно значимыми направлениями деятельности радиоловителей является их участие в работах по преодолению последствий стихийных бедствий и по подготовке к участию в таких работах, участие радиоловителей в чемпионатах мира и других официальных спортивных мероприятиях по радиоспорту, а также развитие технического творчества. Именно этого от радиоловителей ожидает российское государство, предоставляя им для использования весьма ограниченный радиочастотный ресурс.

При этом администрация связи установила ряд условий, при соблюдении которых может быть использована любительская радиостанция. Основных из них четыре.

Первое условие — наличие у радиоловителя эксплуатационной и технической квалификации.

Второе условие — соответствие технических характеристик любительской радиостанции требованиям, указанным в приложениях № 1 и № 2 Решения

ГКРЧ, которые определяют максимальную нестабильность частоты, максимально допустимый уровень внеполосных и побочных излучений и т. п.

Третье условие — каждый российский радиоловитель должен иметь свидетельство об образовании позывного сигнала любительской радиостанции и использовать в сеансах связи персональный позывной.

Четвёртое условие — каждое радиоэлектронное средство радиоловителя должно быть зарегистрировано в территориальных органах Роскомнадзора.

В 2011 г. Решением ГКРЧ № 11-11-03 условия использования выделенных полос радиочастот были приведены в максимально возможное соответствие с частотным планом IARU 1-го района, утверждённым на конференции IARU в Сан Сити (ЮАР). Сделано это было в связи с обращением в ГКРЧ и при непосредственном участии Союза радиоловителей России.

Решение ГКРЧ 2011 г. содержит ещё одно важнейшее положение: Администрация связи РФ объявила о присоединении к рекомендации СЕПТ T/R 61-01, что дало возможность российским радиоловителям без оформления каких-либо дополнительных документов работать в эфире во время кратковременных визитов в другие страны, принявшие эту рекомендацию.

В 2012—2013 гг. Минкомсвязь выпустила три приказа, регулирующих деятельность любительской службы в Российской Федерации.

12 января 2012 г. был подписан Приказ № 4, устанавливающий порядок образования позывных сигналов для опознавания радиоэлектронных средств гражданского назначения, в том числе и в любительской службе. Приказом была установлена структура позывных сигналов постоянного и временного использования. При этом позывные сигналы формируются в зависимости от региона, в котором расположена радиостанция, а также от квалификационной кате-

гории радиооператора. Выделены блоки позывных сигналов временного использования для участников спортивных соревнований, островных и антарктических экспедиций и т. п.

Приказ № 4 вступил в силу 1 июня 2012 г., и в этот же день предприятия радиочастотной службы и квалификационные комиссии национальной радиоловительской организации (Союз радиоловителей России) начали работу по проверке эксплуатационной и технической квалификации радиоловителей. Работа эта впервые в истории любительской службы в РФ начала проводиться по единым правилам с использованием компьютерных тестов разработанных СРР.

26 июля 2012 г. был подписан Приказ № 184, устанавливающий требования к использованию радиочастотного спектра любительской службой и любительской спутниковой службой в Российской Федерации. Приказ установил правила радиообмена между любительскими радиостанциями, порядок допуска радиооператоров к работе на любительской радиостанции, в том числе лиц, не имеющих квалификации и проходящих обучение, уточнил порядок использования любительских радиостанций на морских и воздушных судах.

Приказом Минкомсвязи от 20 февраля 2013 г. № 23 полномочия по образованию всех позывных сигналов для радиостанций любительской службы были переданы из радиочастотных центров Федеральных округов и их филиалов во ФГУП "ГРЧЦ". Приказ вступил в силу 1 апреля 2013 г.

О разрешительных документах радиоловителя

В соответствии с указанным Решением ГКРЧ 2010 г. для возможности использования выделенных полос радиочастот каждый радиооператор любительской службы в РФ обязан иметь действующее свидетельство об обра-

зовании позывного сигнала для опознавания любительской радиостанции. Такие свидетельства выдаются радиочастотной службой с 2007 г. Их внешний вид за это время претерпел значительные изменения. Если в 2007 г. свидетельство было выполнено на листе бумаги формата А4, сейчас это цветная ламинированная карточка размерами с водительское удостоверение.

С сентября 2012 г. свидетельства об образовании позывного сигнала любительской радиостанции выдаются бесплатно.

Каждое радиоэлектронное средство радиолюбителя должно быть зарегистрировано в территориальных органах Роскомнадзора — на него должно быть получено свидетельство о регистрации РЭС. Свидетельство о регистрации РЭС также представляет собой ламинированную карточку небольших размеров.

Об образовании ФГУП "ГРЧЦ" позывных сигналов любительских радиостанций

С вступлением в силу Приказа № 23 сведения о позывных сигналах, образованных радиочастотными центрами Федеральных округов и их филиалами, были переданы ФГУП "ГРЧЦ" и внесены в автоматизированную информационную систему предприятия.

Таким образом, впервые в нашей стране была создана возможность подсчитать число действующих позывных сигналов и, используя эти данные, определить число радиолюбителей (любительских радиостанций).

Анализ учётной базы данных позволяет сделать вывод, что на конец 2013 г. в России насчитывалось около 37 тысяч радиолюбителей. Из них первую квалификационную категорию имели 12 тысяч, вторую — 12 тысяч, третью — 9 тысяч и четвертую — 4 тысячи. При этом только за первые полтора года с момента вступления в силу Приказа № 4

численность радиолюбителей возросла на три тысячи человек.

Образование позывных сигналов по выбору предусмотрено только для четырёхзначных (укороченных) позывных сигналов радиостанций, управляющие операторы которых имеют первую квалификационную категорию. Все остальные позывные сигналы образуются в соответствии с Приказом № 4 автоматизированной информационной системой предприятия автоматически из числа свободных, с учётом места установки любительской радиостанции и квалификационной категории радиооператора.

При этом ФГУП "ГРЧЦ" принимает заявления на образование позывных сигналов и приложения к ним не только в бумажном виде, но и в виде сканированных копий подписанных документов, направленных в адрес предприятия в виде приложения к письмам электронной почты. Свидетельства направляются радиолюбителям заказными письмами ФГУП "Почта России". Такой способ пересылки документов значительно сокращает срок получения радиолюбителями свидетельств.

Об информационной системе ФГУП "ГРЧЦ"

На нашем предприятии действует информационная система, в которой содержатся сведения о всех образованных позывных сигналах, в том числе и временного использования, а также позывных сигналах любительских ретрансляторов и маяков. В середине 2013 г. началась работа по организации на сайте ФГУП "ГРЧЦ" формы доступа пользователей Интернета к определённым полям этой системы с целью обеспечения заинтересованных лиц открытой и не содержащей персональных данных справочной информацией о действующих позывных сигналах любительских радиостанций. Форма доступа позволяет определить факт образования позывного сиг-

нала, его тип (постоянного использования, временного использования, позывной сигнал любительского ретранслятора или радиомаяка), дату начала и окончания действия свидетельства об образовании позывного сигнала и его номер, квалификационную категорию владельца любительской радиостанции. Обновление сведений о действующих позывных сигналах производится ежедневно.

В течение ноября—декабря 2013 г. при активном участии СРР проводилось тестирование формы доступа, которое было успешно завершено. Страница с формой доступа к автоматизированной информационной системе ФГУП "ГРЧЦ" находится на сайте ФГУП "ГРЧЦ" в разделе "Любительская служба" [6].


Введя в форме доступа на сайте ФГУП "ГРЧЦ" свой позывной сигнал, некоторые радиолюбители увидели в качестве ответа на их запрос сообщение "сведения о позывном сигнале отсутствуют в базе данных или позывной сигнал аннулирован". Что же делать в этом случае?

Если позывной сигнал был образован не ФГУП "ГРЧЦ" (он пяти- или шестизначный и образован до 1 апреля 2013 г.), целесообразно направить во ФГУП "ГРЧЦ" заявление на получение нового свидетельства об образовании позывного сигнала по рекомендуемой форме, опубликованной на сайте ФГУП "ГРЧЦ" [7] или на сайте СРР [8]. К нему надо приложить копии подтверждающего образование позывного сигнала документа (ведомость учёта РЭС и позывных сигналов, удостоверение об образовании позывного сигнала, справка и т. д.). В качестве подтверждающего документа допустимо приложить копию действующего свидетельства о регистрации РЭС, по которой возможно будет найти документ радиочастотной службы (на основании чего это свидетельство было выдано).

Заявление при этом подавать обязательно, поскольку информация в автоматизированную информационную систему ФГУП "ГРЧЦ" вносится только на основании официально поданных документов.

В случае, если позывной сигнал был образован ФГУП "ГРЧЦ", заявление направлять не требуется, так как сведения в системе присутствуют, но не отображаются вследствие возможной технической ошибки. Достаточно отправить электронное письмо по адресу hotline@grfc.ru, в котором сообщить свою фамилию, инициалы, позывной сигнал и реквизиты действующего свидетельства об образовании позывного сигнала. В теме электронного письма необходимо указать: "Корректировка сведений о позывном сигнале любительской радиостанции, официального ответа не требуется". При этом сотрудники радиочастотной службы внесут необходимые изменения в базу данных.

Строго исполняя нормативные акты в сфере связи, ФГУП "ГРЧЦ" тем не менее будет по возможности максимально идти навстречу радиолюбителям, не требуя в обязательном порядке копии отсутствующих на руках у заявителей документов, осуществляя проверку представленных данных самостоятельно. При этом потребуется дополнительное время для проведения соответствующих проверок.

<p align="center">  ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ СВЯЗИ, ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ FEDERAL SERVICE FOR SUPERVISION IN THE SPHERE OF TELECOMMUNICATIONS TECHNOLOGIES AND MASS COMMUNICATIONS <small>Служба государственного управления предприятием "ГРЧЦ" радиочастотный центр</small> Свидетельство об образовании позывного сигнала опознавания для любительской радиостанции RADIO AMATEUR LICENCE </p>		
Номер свидетельства (Licence number)	Дата выдачи (Date of issue)	Срок действия до (Date of expiry is)
Владелец (Holder)	Позывной сигнал (Call sign)	
Квалификационная категория (National class)	2	CEPT
Адрес регистрации владельца (Address of the holder)		
<p align="center"> Документ, допускающий к участию в любительской службе радиосвязи Document for admission to participation in the amateur radio service Zulassung Zur Teilnahme Am Amateurfunkdienst Document D'admission A' La Participation Au Service De Radioamateur </p> <p> Владелец имеет право использовать образованный позывной сигнал для опознавания любительской радиостанции на территории Российской Федерации в соответствии с Регламентом радиосвязи Международного союза электросвязи, рекомендациями СЕПТ нормативными правовыми актами Российской Федерации. Владелец может использовать образованный позывной сигнал для опознавания любительской радиостанции также в тех странах, где применяется Рекомендация СЕПТ T/R 61-01, при условии выполнения обязательств, указанных в этой Рекомендации. </p> <p> Holder is authorised to utilise an amateur radio station in the Russian Federation in accordance of the ITU Radio Regulations, Recommendation CEPT, as well as national regulations. Holder can use amateur stations also in those countries where CEPT Recommendation T/R 61-01 is applied, under the conditions a obligations specified in this Recommendation. </p>		

Вот так выглядит современное свидетельство об образовании позывного любительской радиостанции.

Об аннулировании позывных сигналов и радиоконтроле

Аннулирование позывного сигнала производится по истечению срока действия свидетельства об образовании позывного сигнала. Каждый владелец обязан сам следить за сроком, когда закончится действие свидетельства об образовании позывного сигнала, и своевременно подать заявление на получение нового свидетельства. Разумеется, при этом старый позывной сигнал будет сохранён, но только в том случае, если он соответствует Приказу № 4. В настоящее время часть позывных сигналов радиолюбителей третьей и четвертой квалификационных категорий не соответствует Приказу № 4, и если их владельцы не повысят свою категорию по истечении срока действия свидетельств, при оформлении нового свидетельства позывные будут заменены на новые, соответствующие приказу.

Аннулирование позывного сигнала во внесудебном порядке производится на основании протокола об административном правонарушении в случаях использования РЭС в противоправных целях и/или при невыполнении условий использования радиочастотного спектра.

За последнее время при проведении мероприятий по радиоконтролю зафиксировано несколько случаев использования радиочастот, не выделенных любительской службе (диапазон 3 МГц, 6 МГц и др.), гражданами, которые имеют свидетельства об образовании позывного сигнала любительской радиостанции. Органами радиоконтроля выявлены также факты нарушения правил радиообмена: использование ненормативной лексики, работу без позывного сигнала и т. п. На нарушителей составлены протоколы об административных правонарушениях.

На сайте ФГУП "ГРЧЦ" недавно создана страница [9], на которой перечислены позывные сигналы, аннулированные за нарушения в сфере связи. Однако хочется, чтобы эта страничка не пополнялась новыми сведениями.

Технические средства радиоконтроля непрерывно совершенствуются. В конце 2013 г. в Российской Федерации введена в эксплуатацию Автоматизированная система радиоконтроля — АСРК-РФ, которая призвана существенно повысить действенность системы контроля и надзора в сфере связи. АСРК-РФ позволяет осуществлять мониторинг полос и номиналов радиочастот в автоматическом режиме в реальном масштабе времени, сверять полученные результаты с базой данных зарегистрированных электронных средств и в случае несовпадения параметров сигнализировать о возможном нарушении правил использования радиочастотного спектра.

Неприятной неожиданностью для радиолюбителя может стать визит инспектора федеральной службы по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций с намерением составить протокол об административном правонарушении в случае нарушений им правил работы в эфире. Это может произойти и в случае, если любительская радиостанция имеет уровень побочных излучений, превышающий нормы, установленные приложением № 1 к Решению ГКРЧ 2010 г.

Для того чтобы предупреждать радиолюбителей, имеющих проблемы с настройкой своих радиостанций, ФГУП "ГРЧЦ" заключил с СРР договор о взаимодействии, на основании которого СРР регулярно получает сведения о зарегистрированных службой радиоконтроля нарушениях такого рода. Союз радиолюбителей доводит эти сведения до радиолюбителей и старается помочь выявить причину нарушений и устранить их, а также помогает в регулировке радиостанций. По статистике практически все случаи обнаружения службой радиоконтроля побочных излучений связаны с использованием радиолюбителями плохо настроенных самодельных радиостанций либо самодельных усилителей мощности.

О планах на ближайший год

Широкое распространение получают цифровые технологии передачи голоса, в том числе технология D-STAR. Совершенствуется частотный план IARU 1-го района. В связи с этим на второй квартал 2014 г. в план работы ГКРЧ включён вопрос о внесении соответствующих изменений и дополнений в Решение ГКРЧ 2010 г. Работа над проектом документа ведётся совместно с Союзом радиолюбителей России. ФГУП "ГРЧЦ" последовательно проводит работу, направленную на дальнейшее совершенствование любительской службы радиосвязи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Решение ГКРЧ от 15.07.2010 № 10-07-01 "О выделении полос радиочастот для радиоэлектронных средств любительской и любительской спутниковой служб". — http://www.grfc.ru/idc/groups/public/documents/grhc_resheniya/005575.doc.
2. Решение ГКРЧ от 10.03.2011 № 11-11-03 "О внесении изменения в решение ГКРЧ от 15 июля 2010 г. № 10-07-01 "О выделении полос радиочастот для радиоэлектронных средств любительской и любительской спутниковой служб". — http://www.grfc.ru/idc/groups/public/documents/grhc_resheniya/007913.doc.
3. Приказ Минкомсвязи от 12.01.2012 № 4 "Об утверждении Порядка образования позывных сигналов для опознавания радиоэлектронных средств гражданского назначения". — http://www.grfc.ru/idc/groups/public/documents/minkomsvyaz_acts/012195.doc.
4. Приказ Минкомсвязи от 26.07.2012 № 184 "Об утверждении требований к использованию радиочастотного спектра любительской службой и любительской спутниковой службой в Российской Федерации". — http://www.grfc.ru/idc/groups/public/documents/minkomsvyaz_acts/014367.doc.
5. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях. Статья 13.4. "Нарушение правил проектирования, строительства, установки, регистрации или эксплуатации радиоэлектронных средств и (или) высокочастотных устройств". — http://www.consultant.ru/popular/koap/13_14.html#p4411.
6. Страница сайта ФГУП "ГРЧЦ" "Сведения о свидетельстве и позывном сигнале". — http://www.grfc.ru/grfc/uslugi/amateur_service/search_pozivnoy/index.htm.
7. Сайт ФГУП "ГРЧЦ". Рекомендуемая форма заявления физического лица для образования позывного сигнала постоянного использования — "ФЛ-ПС-ЛС". — http://www.grfc.ru/grfc/uslugi/amateur_service/obraz_pozivnoy/idc/groups/public/documents/grhc_native_files/010891.doc.
8. Сайт СРР. Рекомендуемые СРР формы заявлений физических лиц при обращении во ФГУП "ГРЧЦ" в связи с образованием позывных сигналов любительских радиостанций (в редакции от 07.08.2013). — http://srr.ru/DOCUMENTS/docs/zayavlenie_fizlitsa.doc.
9. Сайт ФГУП "ГРЧЦ". Страница "Прекращение действия свидетельства об образовании позывного сигнала". — http://www.grfc.ru/grfc/uslugi/amateur_service/annulir_poziv_signal/index.htm.

Для любителя и профессионала
антенны от
«Радиала»

WWW.W3DZZ.COM
WWW.RADIAL.RU/HAM
+7(495)7754319

Радиоприёмник "Пион-DSP"

Георгий ЯЦУК (RX9C1M), г. Екатеринбург

Появление на любительских радиостанциях персональных компьютеров качественно изменило любительскую радиосвязь. Коротковолновики очень быстро приспособили их для работы телетайпом, появились многочисленные варианты электронных аппаратных журналов и программ для работы в соревнованиях, значительно упростивших работу в эфире и учёт проведённых радиосвязей. Следующий этап "цифровизации" любительской связи — внедрение в связную аппаратуру цифровых методов обработки сигналов, появление SDR-техники.

В этой статье приводится описание SDR-приёмника, не требующего для своей работы наличия на радиостанции отдельного компьютера.

Радиоприёмник построен по технологии SDR, т. е. приёмника с последующей цифровой демодуляцией и фильтрацией сигнала. В отличие от традиционных SDR-конструкций, где для обработки сигнала обязательно требуется персональный компьютер, этот приёмник полностью автономный, имеет богатые функциональные возможности, большой выбор пользовательских настроек и вся обработка сигнала производится в самом приёмнике. Его схема относительно несложная, а процедура налаживания предельно проста.

В процессе разработки, после того как были отработаны схемы и печатные платы, корректировки затрагивали только программно-математическое обеспечение (ПМО). Это свойство позволило дополнять и существенно расширять его функции без изменения схемы.

Радиоприёмник "Пион-DSP" позволяет принимать AM, FM, SSB и CW сигналы в диапазоне частот 0,05...30 МГц.

Чувствительность с антенного входа ($R_{вх} = 50 \text{ Ом}$) с выключенным УВЧ — 1 мкВ при любом виде модуляции и полосе фильтра селекции. Избирательность по соседнему каналу определяет один из пяти для каждого типа модуляции фильтров с полосами пропускания: для AM и FM — 3; 5; 6,5; 8; 10 кГц; для SSB — 2; 2,2; 2,5; 2,7; 3 кГц; для CW — 0,2; 0,3; 0,5; 1; 1,5 кГц.

Прямоугольность цифровых фильтров по уровням 60 дБ/6 дБ — не хуже 1,2.

Подавление зеркального канала при приёме — не менее 70 дБ.

Динамический диапазон по забитию определён типом применённого кодека и составляет не менее 100 дБ.

Приёмник имеет NOTCH и SHIFT фильтры, а также фильтр адаптивного подавления шумов (ANC) с настраиваемым временем корреляции.

Система АРУ приёмника обеспечивает регулировку уровня выходного сигнала и имеет три уровня настройки времени срабатывания — Fast (132 мс), Medium (230 мс), Slow (322 мс). Глубина регулировки АРУ — более 100 дБ. В режиме приёма AM и FM для защиты от больших уровней выходного сигнала АРУ всегда включена, управление включением и выключением заблокировано.

Аппарат оборудован выходом для подключения к ПК по интерфейсу USB, что позволяет поддерживать взаимодействие с программами MixWin, PowerSDR.

Также имеется выход для подключения дешифратора управления коммутацией внешних ДПФ со следующим частотным распределением: <250 кГц; 250...500 кГц; 0,5...1 МГц; 1...2 МГц; 2...4 МГц; 4...8 МГц; 8...15 МГц; 15...30 МГц.

Напряжение питания приёмника — $12,6 \pm 1 \text{ В}$; потребляемый ток — не более 450 мА.

Структурная схема приёмника приведена на рис. 1*. Сигнал из антенны поступает на узел SDR RCVR, где смешивается с сигналом гетеродина (DDS) и преобразуется в квадратурный сигнал (состоящий из синфазной составляющей I и квадратурной Q) частотного диапазона, необходимого для последующей обработки.

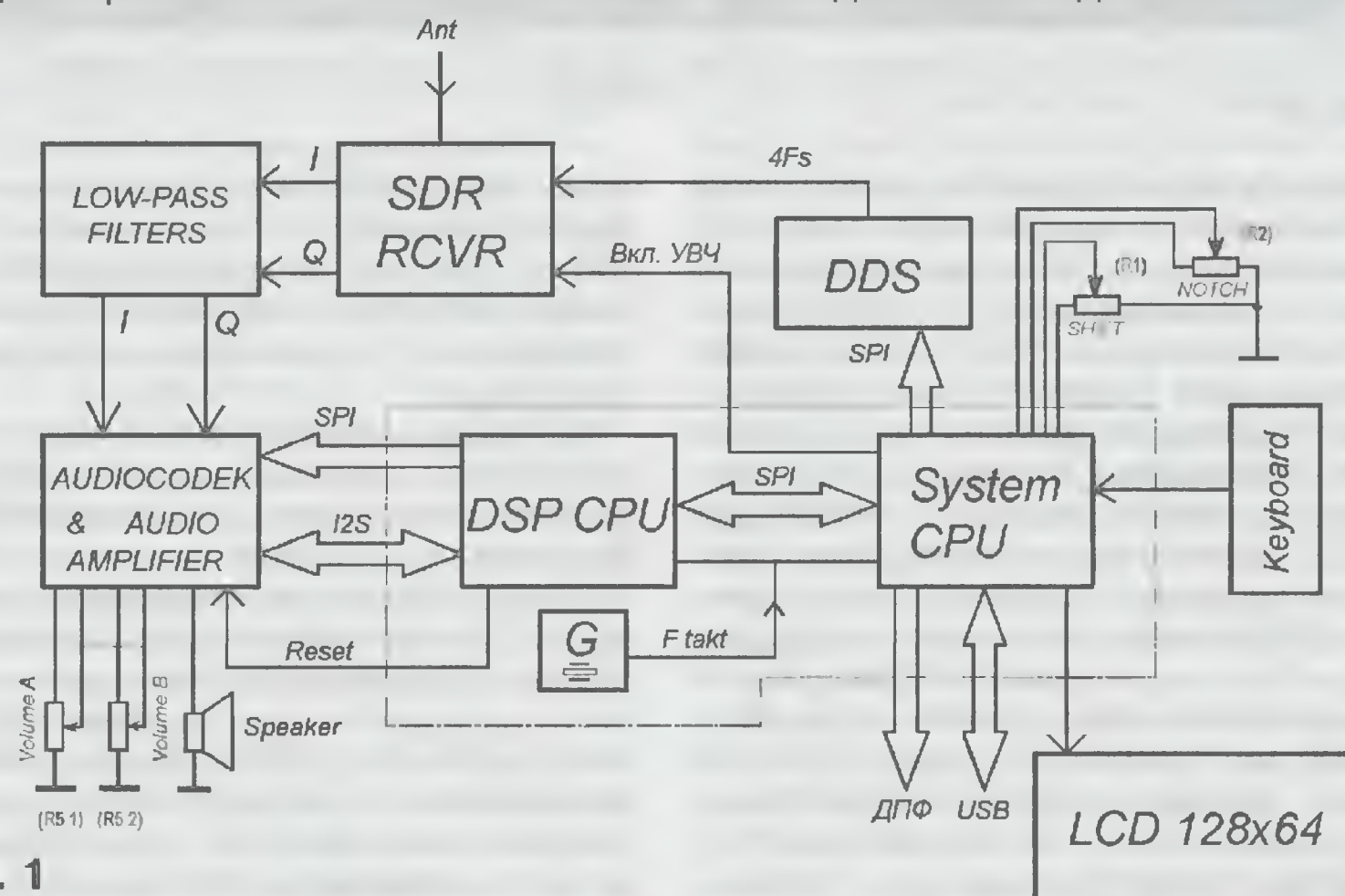


Рис. 1

ВЧ-тракт приёмника выполнен на микросхемах 74HC4053 (балансный смеситель), 74AC74 (цифровой фазовращатель) и NE5532 (усилитель) по схеме, заимствованной у YU1LM [1]. В отличие от оригинала, ВЧ-тракт дополнен входным ФНЧ с частотой среза 30 МГц и отключаемым УВЧ на транзисторе BFG135. Коммутация УВЧ релейная.

Затем сигнал проходит через фильтр нижних частот восьмого порядка — узел LOW-PASS FILTERS, выполненный на микросхемах ОУ NE5532. Частота среза ФНЧ по уровню -3 дБ — 8000 кГц. Назначение фильтра — подавление частот выше 11025 кГц (половина частоты дис-

* Ввиду значительного объёма схемы узлов радиоприёмника и чертежи печатных плат размещены на сайте журнала.

кретизации АЦП). Узел при соблюдении указанных на схеме номиналов не требует налаживания.

С выхода ФНЧ квадратурный сигнал поступает на узел AUDIOCODEK&AUDIO AMPLIFIER, где посредством микросхемы аудиокодека CS4221 преобразуется из аналогового в цифровой (АЦП), для взаимодействия с цифровым сигнальным процессором (DSP) и обратно (ЦАП) для последующего усиления. На плате узла размещены входной усилитель с коэффициентом усиления 10 на ОУ NE 5532; аудиокодек CS4221, который содержит в своём составе 24-разрядные АЦП и ЦАП, ФНЧ ЦАП на ОУ NE 5532 и УЗЧ на микросхеме TDA2822. Инвертор на микросхеме 74HCT14 обеспечивает стабильную работу кодека при соединительном шлейфе большой длины. Нагрузкой УЗЧ могут служить стереотелефоны либо динамические громкоговорители. Переменный резистор R5 на схеме (рис. 1) предназначен для регулировки громкости.

Этот узел при соблюдении указанных на схеме номиналов также не требует налаживания.

Непосредственно всю обработку сигнала в радиоприёмнике, его демодуляцию и фильтрацию выполняет DSP. "Механизмы" DSP позволяют гибко управлять сигналом — усиливать, ослаблять, переносить спектр и т. д. Функционально DSP выполняет все те же действия, что и с помощью аналоговых узлов в обычных радиоприёмниках. Но при необходимости введения новых функ-

ций наличие DSP не требует доработки аппаратуры, и в этом его главное преимущество. Например, в аналоговой схемотехнике для усиления сигнала требуется ставить усилительный каскад либо изменить усиление уже имеющегося. Программная же реализация требует только добавления в программу операции умножения.

Обработка сигнала осуществляется как в частотной, так и во временной области.

В частотной области (через преобразования Фурье) реализован алгоритм компенсации имбаланса квадратурных каналов. Имбаланс приводит к тому, что при приёме на выходе SDR-приёмника кроме основного сигнала принимается также сигнал зеркального канала. По-

давление зеркального канала напрямую зависит от степени имбаланса.

Обычно подавление зеркального канала непосредственно в аналоговой части SDR-приёмников составляет около 30...40 дБ. Дополнительное подавление обеспечивается программно. Применённый алгоритм компенсации имбаланса вычисляет и компенсирует имбаланс по амплитуде и фазе в зависимости от частоты, обеспечивает подавление зеркального канала при приёме не менее 70 дБ.

Для фильтрации применяются цифровые БИХ фильтры 16-го порядка. Широкополосные фильтры ($>1,5$ кГц) имеют АЧХ Чебышева, узкополосные ($<1,5$ кГц) — Баттерворта. Для AM и FM нижний скат АЧХ по уровню -3 дБ соответствует частоте 150 Гц, верхний — частоте, выбранной в настройках. Для SSB нижний скат АЧХ по уровню -3 дБ соответствует частоте в несколько десятков герц, верхний — частоте, выбранной в настройках. Для CW нижний скат АЧХ по уровню -3 дБ соответ-

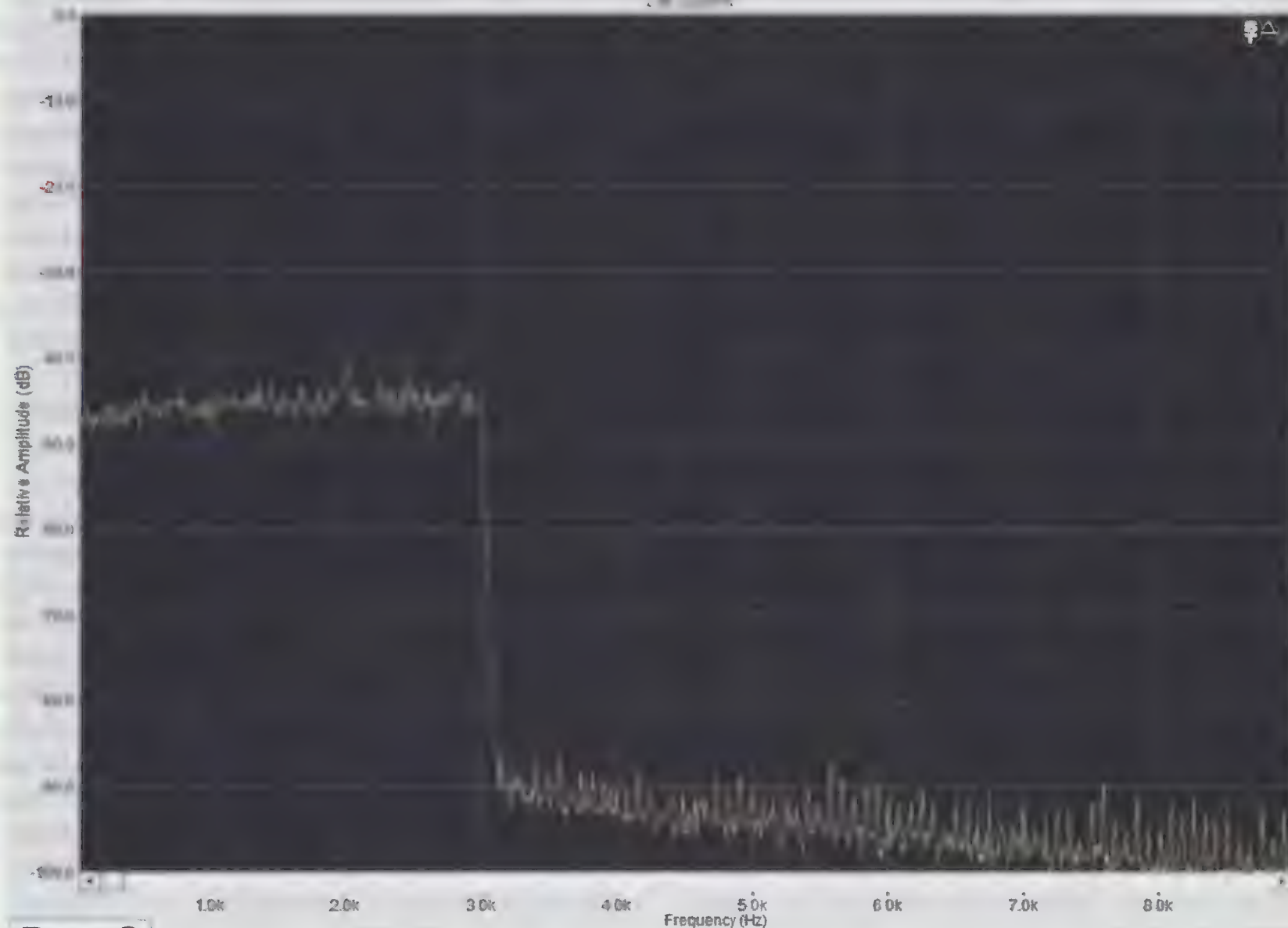


Рис. 2

Демодуляция и фильтрация сигналов выполняется во временной области. Для демодуляции SSB сигнал переносится, в зависимости от требуемой боковой полосы, на 5512 Гц. Этот перенос позволяет выделить для дальнейшей фильтрации требуемую боковую полосу. Например, входной сигнал при оцифровке имеет спектр от -11025 до $+11025$ Гц, в котором присутствуют различные сигналы. Допустим, надо принять USB-сигнал, у которого несущая находится на частоте 4000 Гц, а сам сигнал (верхняя боковая) занимает полосу от 4000 до 7000 Гц. В общем спектре берётся полоса частот выше 5512 Гц и смещается к нулю, т. е. смещённая к нулю USB будет иметь полосу от -1500 до $+1500$ Гц. Далее именно в этой полосе фильтруется сигнал, и таким образом остаётся только верхняя боковая полоса. Затем сигнал смещается вверх на 1500 Гц, чтобы нормально его слышать и иметь полосу от 0 до 3000 Гц звукового диапазона. По сути, процесс похож на приём в супергетеродинном приёмнике.

Для демодуляции AM вычисляют амплитуду сигнала. Дополнительно сигналы I и Q, а также выходной демодулированный сигнал AM фильтруются полосовыми цифровыми фильтрами.

При FM демодуляции вычисляется разность значений мгновенной фазы соседних отсчётов сигнала. Дополнительно выходной демодулированный сигнал фильтруется полосовым цифровым фильтром.

вует частоте 500 Гц, верхний — частоте, выбранной в настройках плюс 500 Гц. На рис. 2 приведена АЧХ SSB (3 кГц) фильтра, снятая на выходе УНЧ приёмника с помощью программы SpectraLab.

Гетеродин приёмника — синтезатор (узел DDS), построенный на микросхеме прямого цифрового синтеза AD9951. Диапазон выходных частот — 0,2...120 МГц (частота гетеродина в четыре раза больше частоты принимаемого сигнала). Шаг перестройки частоты синтезатора задаётся программно: 5, 10, 15, 20, 25, 50, 100, 250, 500 или 1000 Гц. Управление синтезатором осуществляется из основного процессорного узла по интерфейсу SPI. Есть возможность сохранять в памяти десять значений частот и настроек.

На выходе микросхемы AD9951 включены ФНЧ с частотой среза 160 МГц и усилитель на микросхеме ERA5-SM для поддержания уровня выходного напряжения 0,5...1 В на нагрузке 50 Ом. Синтезатор наладивания не требует.

Для перестройки синтезатора применён самодельный энкодер, формирующий 44 импульса на один оборот. Энкодер сделан из деталей компьютерной мышки и переменного резистора. Переменный резистор может быть любым, главное, чтобы ось при вращении имела минимальный люфт. Переменный резистор разбирают, оставив только ось и основание для крепления. На оси закрепляют диск с прорезями от

мышки, на основании — оптопару и нагрузочные резисторы.

На основной плате приёмника размещены два микропроцессора STM32F407VET6 в корпусе LQFP100, в состав которых входят ядро Cortex-M4, 192 Кбайт ОЗУ и 512 Кбайт ПЗУ. На схеме рис. 1 они обозначены как System CPU и DSP CPU. Взаимодействие между микропроцессорами осуществляется по интерфейсу SPI.

Микропроцессор System работает на частоте 168 МГц и обеспечивает работу с ЖК-дисплеем и клавиатурой, управление режимами работы приёмника и синтезатором по интерфейсу SPI, взаимодействие с ПК по интерфейсу USB. Выходные сигналы каналов I и Q выведены на внешний разъём приёмника для возможности подключения к компьютеру и использования при необходимости программного обеспечения, например PowerSDR.

Микропроцессор DSP обеспечивает начальную настройку аудиокодека CS4221, взаимодействие с АЦП и ЦАП аудиокодека CS4221 по интерфейсу I²S, демодуляцию и фильтрацию принимаемого сигнала. Частота дискретизации сигнала — 22050 Гц, что удовлетворяет критерию Найквиста (частота дискретизации в два раза больше максимальной частоты в спектре обрабатываемого сигнала).

Микропроцессор DSP работает на повышенной частоте — 220 МГц. Несмотря на это, в процессе эксплуатации и повторении конструкции была подтверждена его стабильная работа.

Столь мощные микропроцессоры выбраны из соображений унификации процесса разработки ПМО и создания задела для будущих конструкций, а также для реализации дополнительных функций — ANC, NOTCH и SHIFT фильтров, АРУ и пр.

Функция ANC позволяет подавлять шум эфира до 20 дБ. В настройках функции можно выбрать время корреляции от 2 до 20 мс. Подбор времени корреляции позволяет достичь максимального подавления шумов в зависимости от обстановки в эфире.

Функция NOTCH позволяет вырезать в спектре сигнала полосу частот шириной около 200 Гц. Ширина полосы была определена исходя из удобства настройки. Подавление тонального сигнала — не менее 70 дБ, шаг перестройки NOTCH фильтра — 10 Гц, диапазон перестройки — 0...3000 Гц. Функция недоступна при приёме AM и FM.

Функция SHIFT позволяет сузить полосу принимаемого сигнала либо снизу, либо сверху относительно ширины полосы пропускания фильтра. Так, при ширине полосы пропускания выбранного фильтра 3 кГц функция позволяет сузить полосу до диапазона 0...1500 Гц или 1500...3000 Гц с шагом 50 Гц. Для фильтра 200 Гц размер шага будет составлять 3 Гц. Функция недоступна при приёме AM и FM.

Функция STEREO позволяет преобразовать монофонический сигнал в псевдостерео благодаря внесению разности фаз 90° между левым и правым каналами аудиовыхода.

Жидкокристаллический индикатор отображает режимы работы и частоту настройки приёмника.

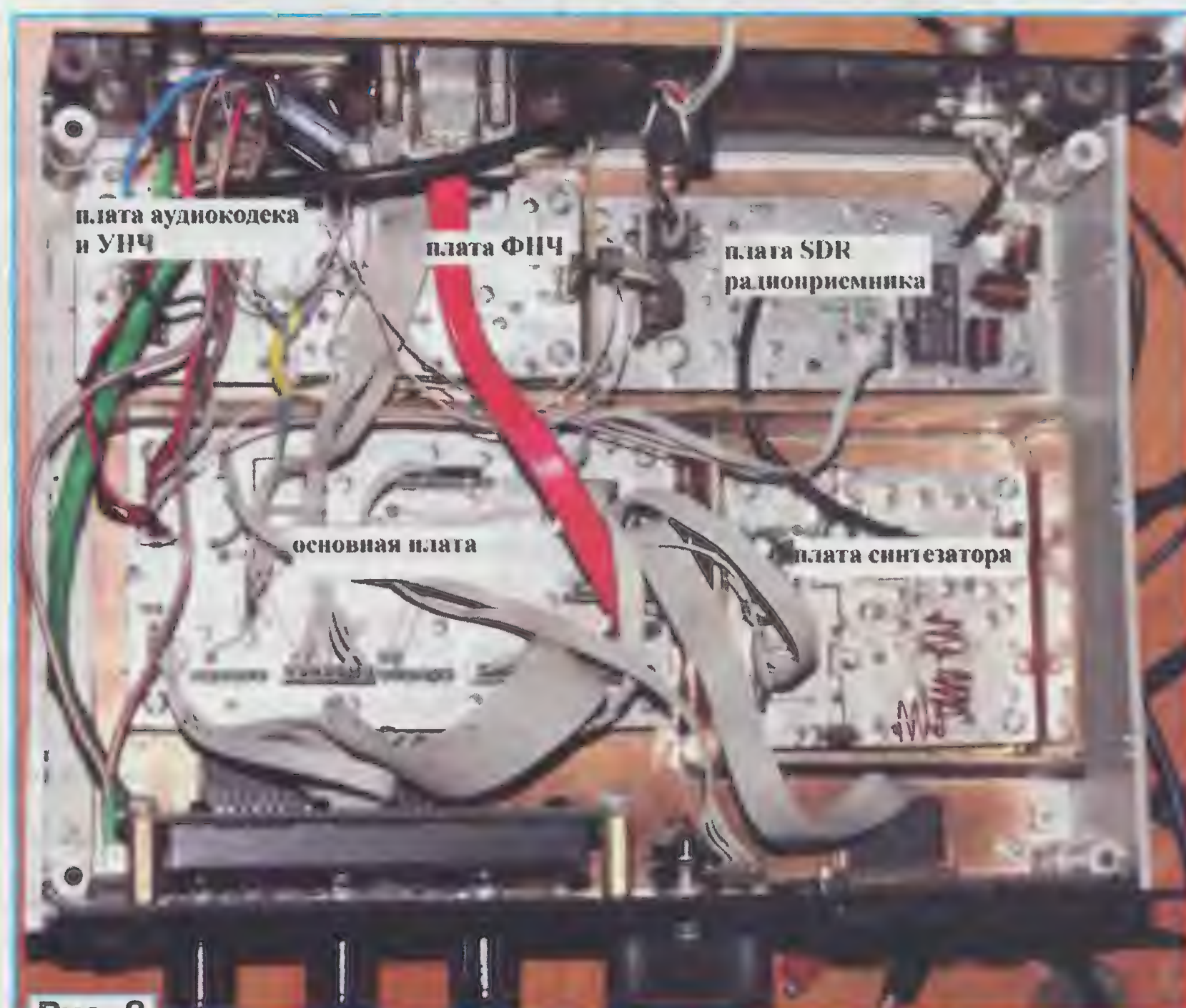


Рис. 3

Переменные резисторы R1 и R2 предназначены для управления SHIFT и NOTCH фильтрами. Напряжения на их движках оцифровываются с помощью АЦП, встроенного в микропроцессор System и используются для настройки соответствующих фильтров. Эти переменные резисторы должны иметь линейную характеристику.

Радиоприёмник собран в пластиковом корпусе размерами 225×167×93 мм. Монтаж выполнен на пяти печатных платах, по числу одноимённых узлов — основной, плате SDR-приёмника, плате ФНЧ, плате аудиокодека и УЗЧ и плате синтезатора. Платы всех узлов прикрепляют внутри корпуса к основанию, выполненному из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 2 мм. Между платами установлены экранирующие перегородки, изготовленные из аналогичного материала. Плата ФНЧ размещена на стойках, прикреплённых к плате аудиокодека. Расположение плат приведено на рис. 3.

Печатные платы изготовлены из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 2 мм. Чертежи плат находятся в приложенном к статье архиве. Печатные платы не содержат ошибок, что подтверждено отработкой и сборкой радиоприёмника. Просмотреть и распечатать рисунки плат можно с помощью программы Sprint-Layout не ниже версии 5.

Большая часть применённых в радиоприёмнике элементов — для поверхностного монтажа. Все керамические конденсаторы и все резисторы, за исключением подстроечных и переменных, — типоразмера 0805. Оксидные конденсаторы C3 и C4 на схеме соединений (рис. 7 в файле DSP_RCV.sp17, приложенном к статье) могут быть любыми. Остальные оксидные конденсаторы — танталовые для поверхностного монтажа: C35—C38 на плате кодака и

Таблица 1

Логические уровни на контактах			Частота, МГц
1	2	3	
0	0	0	0,1...0,25
0	0	1	0,25...0,5
0	1	0	0,5...1
0	1	1	1...2
1	0	0	2...4
1	0	1	4...8
1	1	0	8...15
1	1	1	15...30

Таблица 2

Номер контакта	Разъём X1	Разъём X3
1	Vdd	Не используется
2	CLK	CLK
3	GND	GND
4	SWDIO	SWDIO
5	NRST	NRST
6	SWO	SWO

УЗЧ — в корпусе C, остальные конденсаторы — в корпусе B. Все конденсаторы должны иметь номинальное напряжение не ниже 16 В.

Микросхема AD9951 заменяема на AD9952. Микросхемы ОУ — в корпусе SOIC.

Генераторы тактовой частоты синтезатора (80 МГц) и на основной плате (10 МГц) — KXO-210. Для тактирования микросхемы DDS можно использовать генератор с частотой от 20 до 100 МГц. Значения тактовой частоты и коэффициента умножения задают в сервисном меню приёмника.

На основной плате (рис. 2 в указанном выше файле) в качестве DSP и System CPU использованы микроконтроллеры STM32F407VET6 ревизии A. Была проверена и подтверждена работоспособность микропроцессоров ревизии Z. Вместо STM32F407VET6 можно применить микропроцессоры STM32F407V, т. е. с лю-

быми буквами в конце обозначения. При использовании микропроцессоров ревизии Z и авторских печатных плат следует вывод 99 отпаять от линии питания и оставить его свободным либо с помощью короткой перемычки соединить с общим проводом.

Стабилизатор LM1117-3.3 (VR1) на основной плате — в корпусе SOT-223, LM1117-5 (VR2, VR3) — TO263. Все стабилизаторы 78L05 и 78L10 — в корпусе TO-92.

Подстроечные резисторы R11 на основной плате и R8 на плате SDR приёмника — 3329H.

Резисторы R1 и R2 на схеме соединений — импортные 16K1-B10K, R5 — 16T1-B10K. Возможно применение отечественных резисторов СПЗ-4 либо других типов, с линейной характеристикой.

ЖК-индикатор — WG12864A. Можно применить другой индикатор с разрешением 128×64 точки и графическим контроллером KS0107 или KS0108. Также следует обратить внимание на то, что напряжение питания индикатора 5 В, а микропроцессора System — 3,3 В, поэтому необходимо при выборе индикатора обратить внимание на значение минимального напряжения логической единицы. Для гарантированной работы желательно, чтобы этот параметр был не выше 3 В. Если всё-таки найти подходящий по напряжению логической единицы индикатор не удалось, можно попробовать уменьшить его напряжение питания до 4...4,5 В, понизив тем самым порог восприятия логической единицы.

Стабилизатор LM1117-Adj (VR1), изображенный на схеме соединений, необходимо установить на теплоотвод площадью не менее 36 см² и высотой 3...4 мм.

Антенный ВЧ-разъём — любой с волновым сопротивлением 50 Ом. Соединения между разъёмами X2 платы SDR и разъёмом X1 платы ФНЧ, X1 платы аудиокодека и УНЧ и разъёмом X2 платы ФНЧ выполнены экранированным проводом МГТФЭ.

Клавиатура — АК-1604-A-BBW. Можно применить другую, в том числе самодельную, 4×4 клавиши.

Все аудиоразъёмы — miniJACK 3,5 мм, USB-разъём — типа B.

К выводам 1—3 разъёма X6 основной платы подключают внешний дешифратор коммутации ДПФ (например, на микросхемах K555ИД10, K561ИД1). Состояния контактов 1—3, в зависимости от частоты, приведены в табл. 1.

К разъёму X5 подключён интерфейс USB. До подключения к компьютеру необходимо скачать и установить на него драйвер, находящийся на сайте фирмы-производителя микропроцессоров [2]. К выводам 4—6 разъёма X6 подключают энкодер.

Для программирования микропроцессоров System и DSP потребуются программатор ST-LINK либо отладочные платы, в составе которых уже есть программатор, поддерживающий интерфейс SWD. Можно применить такие отладочные платы, как STM32F4DISCOVERY, STM32LDISCOVERY, STM32VLDISCOVERY, либо аналогичные, поддерживающие микропроцессоры семейства STM32.

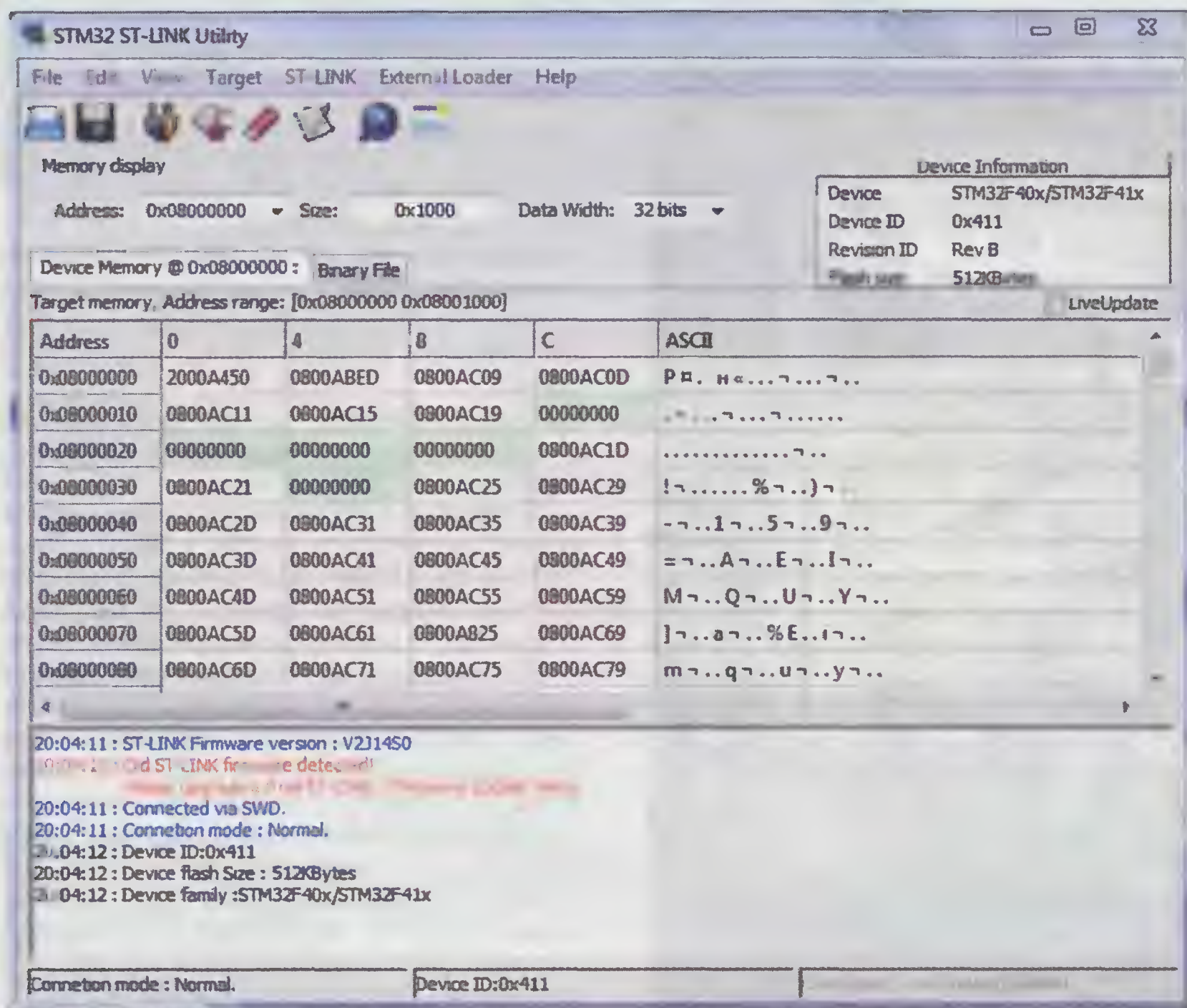


Рис. 4

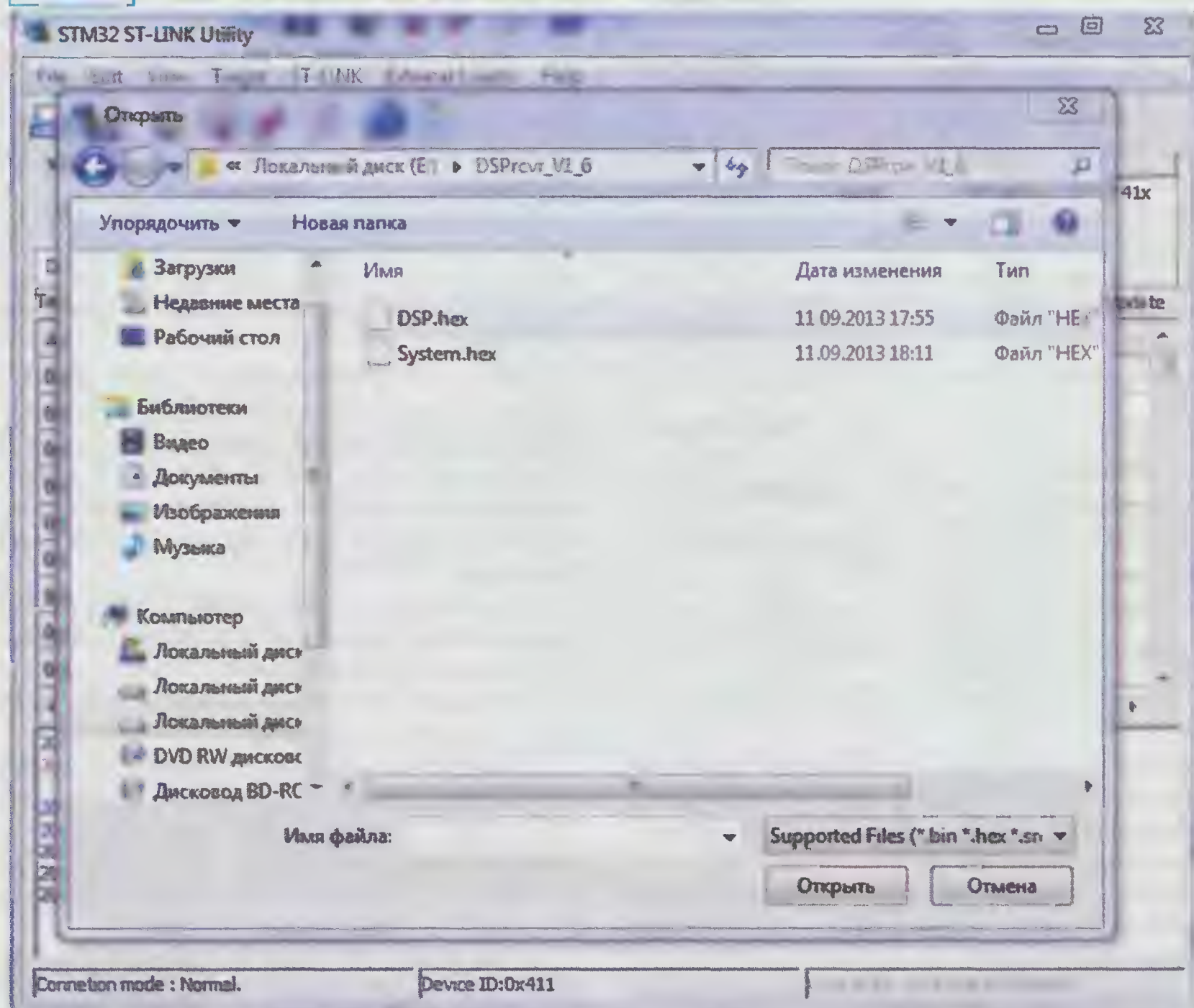


Рис. 5

Для программирования также потребуется программа STM32 ST-LINK utility, которую можно скачать по ссылке [3].

В табл. 2 приведены назначения контактов разъёмов X1 и X3 основной платы. К этим разъёмам подключают программатор: X1 предназначен для прошивки микропроцессора System, X3 — DSP.

Перед началом программирования необходимо подать питание на радиоприёмник, соединить микропроцессор DSP с программатором и запустить программу ST-LINK utility. Рабочее окно

программы показано на рис. 4. Необходимо выбрать вкладку Target и далее Connect. При этом рабочее окно должно совпадать с рис. 4, а сообщения об ошибках отсутствовать.

Далее следует открыть файл DSP.hex, выбрав вкладку File действие Open. Рабочее окно изображено на рис. 5.

Далее необходимо зайти на вкладку Target и выбрать действие Program&Verify, нажать в открывшемся окне кнопку Start. Соответствующее рабочее окно изображено на рис. 6. По завершении

прошивки должны быть выведены надписи "Flash memory programmed..." и "Verification...OK", как изображено в левом нижнем углу рис. 6. Аналогично с использованием файла System.hex необходимо прошить процессор System.

Радиоприёмник практически готов к работе.

Вид индикатора приёмника приведён на рис. 7. На нём отображены частота и основные настройки радиоприёмника. Выключенные настройки выделены прозрачным текстом на чёрном фоне. В нижней части экрана отображён S-метр, в правом нижнем углу — информация о соотношении сигнал/шум (SNR).

Клавиатура управления режимами работы приёмника состоит из 16 клавиш:

- "1" — выбор шага перестройки;
- "2" — выбор типа модуляции;
- "3" — ручной ввод частоты;
- "4" — выбор фильтра;
- "5" — выбор режима работы АРУ;
- "6" — выбор времени корреляции фильтра ANC;
- "7" — выбор режима псевдостерео;
- "8" — меню подсказок;
- "9" — включение/выключение фильтра ANC;
- "0" — выбор диапазона;
- "*" — сохранение частоты и настроек в памяти, отмена и выход из меню;
- "#" — выбор сохранённой в памяти частоты, коррекция значения при вводе частоты;
- "A" — включение/выключение АРУ;
- "B" — включение/выключение УВЧ;
- "C" — включение/выключение NOTCH фильтра;
- "D" — включение/выключение SHIFT фильтра.

Работа с меню интуитивно проста и понятна. При нажатии на одну из клавиш клавиатуры вызывается соответствующий раздел меню. Для выбора настройки необходимо нажать клавишу, соответствующую указанным настройкам. Если изменения настроек не требуется, для выхода из выбранного пункта меню необходимо нажать клавишу "*". При выборе настройки будет осуществлён автоматический выход из меню. Ранее выбранные настройки в каждом меню подсвечиваются в виде прозрачных букв на чёрном фоне.

Режим CW, в отличие от других видов модуляции, отдельно в настройках радиоприёмника не выделен. Для приёма CW-станций следует выбрать в меню режим LSB или USB и требуемый узкополосный фильтр.

Для AM (FM) и SSB реализовано сохранение полосы ранее выбранного фильтра. То есть выбор фильтра для одного типа модуляции (например, AM или FM) не влияет на выбранный фильтр в другом типе (USB или LSB). Например, вы слушали AM с полосой 8 кГц (фильтр номер 2 для AM). Далее перешли в SSB и выбрали фильтр 3 кГц (фильтр номер 1 для SSB). При переходе обратно в AM автоматически будет выбран фильтр 2 для AM, т. е. 8 кГц.

Для выбора типа модуляции нужно нажать клавишу "2", затем клавишу от 1 до 4, соответствующую требуемому типу модуляции.

Для выбора шага перестройки нужно нажать клавишу "3" и набрать на клавишах

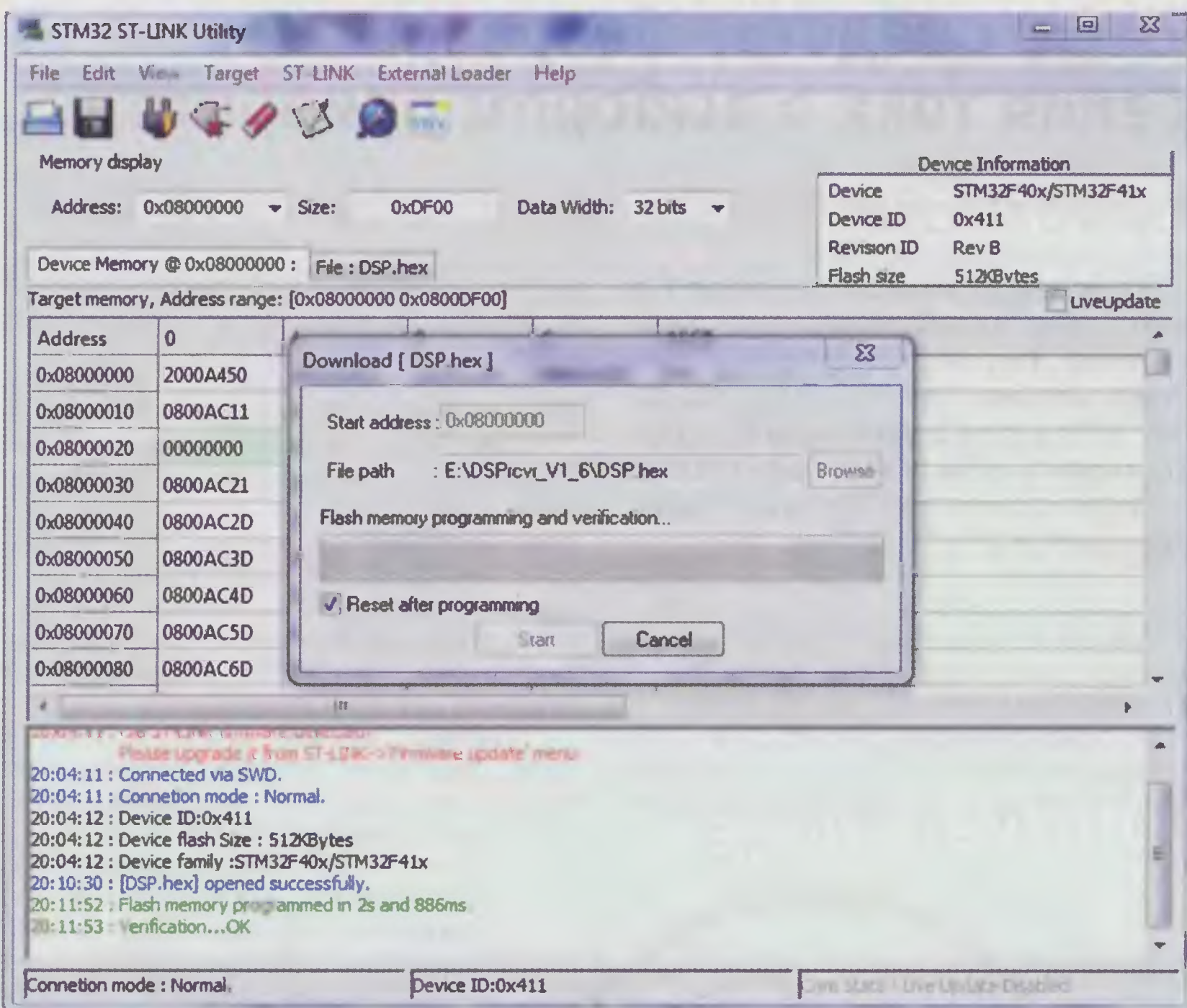


Рис. 6

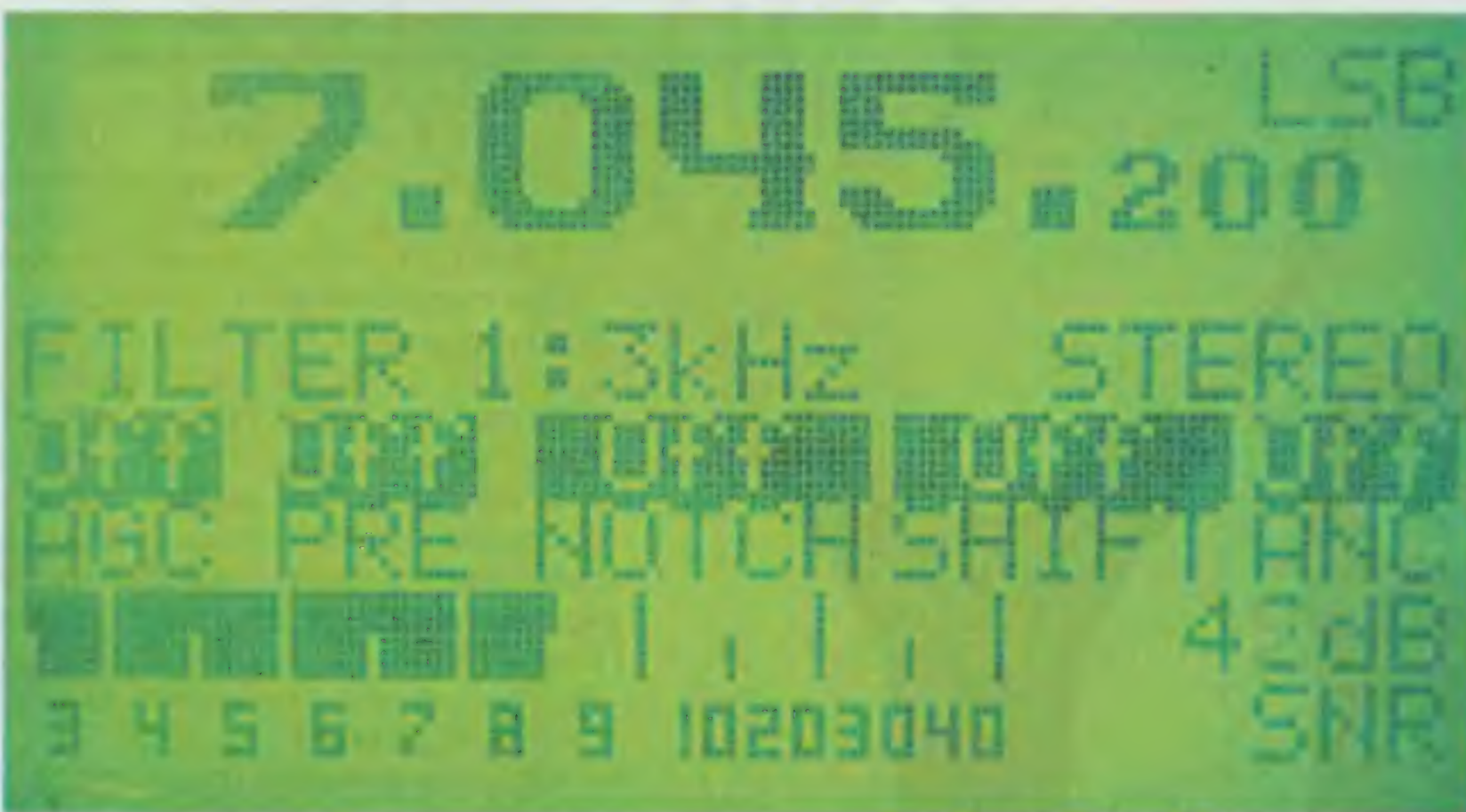


Рис. 7

туре требуемую частоту с точностью 10 Гц. Если набранная частота не соответствует принимаемому приёмником диапазону частот, произойдёт обнуление частоты, необходимо провести повторный ввод. Если при вводе была допущена ошибка, нажатием на клавишу "#" можно обнулить введённую частоту.

Чтобы включить требуемый любительский диапазон, нужно нажать на клавишу "0" и затем на клавишу от 0 до 9, что соответствует одному из десяти диапазонов: 27; 1,8; 3,5; 7; 10; 14; 18; 21; 24; 28 МГц. При выборе диапазона автоматически устанавливаются центральная частота и вид модуляции для данного диапазона.

Системное меню служит для установки значений тактовой частоты синтезатора, настройки порога срабатывания АРУ, установки дополнительного цифрового усиления (может потребоваться при недостаточной чувствитель-

ности применяемого SDR-радиоприёмника), а также калибровки S-метра.

Для входа в системное меню необходимо при включении радиоприёмника удерживать клавишу "*" до тех пор, пока не появится и не исчезнет заставка на индикаторе. Для удобства в каждом выбранном пункте меню выводится действующее значение параметра.

Назначение пунктов системного меню:

— **MUX** — для ввода коэффициента умножения тактовой частоты синтезатора, коэффициент умножения — в диапазоне 5—20;

— **Ftakt** — для ввода значения тактовой частоты синтезатора;

— **S-metr** — для ввода константы калибровки значения S-метра, выводимого на дисплей (здесь необходимо ввести значение, которое следует прибавить или вычесть, чтобы получить достоверное значение на шкале S-метра),

находится в интервале ± 99 дБ, 0XX — положительное значение, 1XX — отрицательное;

— **AGC** — для ввода значения порога срабатывания АРУ, в интервале 1—20;

— **Gain** — для ввода значения цифрового усиления, в интервале 1—50;

— **Key beeper** — для ввода значения громкости сигнала нажатия клавиш, в интервале 0—10; 0 соответствует выключению.

Следует отметить следующее:

— если произведение **Ftakt** и **MUX** больше, чем 450 МГц, либо **MUX** — за пределами интервала 5—20, на индикатор будет выведено сообщение об ошибке;

— значение параметра **Gain** влияет на динамический диапазон радиоприёмника и не рекомендуется устанавливать это значение больше 30.

По завершении настроек необходимо нажать клавишу "*" и введённые настройки будут сохранены.

При первом включении радиоприёмника необходимо в системном меню выставить значения настроек параметров **AGC** и **Gain**, отличные от нуля (по умолчанию они равны нулю). В противном случае радиоприём будет невозможен.

Налаживание приёмника сводится к установке тока покоя транзистора BFG135, равного 25 мА, подбором резистора R20, и установке подстроечным резистором R8 минимального дисбаланса амплитуд между каналами I и Q, напрямую влияющего на подавление зеркального канала. Эту настройку целесообразно проводить в режиме SSB при приёме станции, расположенной в зеркальном канале, который находится на 11025 Гц выше или ниже (в зависимости от того, в каком режиме принимать — в USB или LSB) относительно частоты приёма. Если при приёме SSB-сигнала обнаружено, что вместо требуемой принимается другая боковая полоса (например, USB вместо LSB), необходимо поменять местами провода, подключённые к контактам 1 и 3 разъёма X1 платы аудиокодека и УЗЧ.

Подстроечным резистором R11 на основной плате устанавливают контрастность ЖК-индикатора.

Правильно собранный радиоприёмник должен начать работать сразу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Tasić Siniša. HF SDR S/H Sample and Hold Receiver with possibility to receive 3 bands harmonically related with single oscillator — DR3X is going from 30 KHz to 35 MHz-Make it Simple as Possible with Outstanding Performances. — <<http://yu1lm.qrpradio.com/DR3X%20HF%20SDR%20RECEIVER-YU1LM.pdf>>.

2 STSW-STM32102 STM32 Virtual COM Port Driver. — <<http://www.st.com/web/en/catalog/tools/PF257938>>.

3. STSW-LINK004 STM32 ST-LINK utility. — <<http://www.st.com/web/en/catalog/tools/PF258168>>.

От редакции. Файлы схем узлов, файлы печатных плат, программы для микроконтроллеров и АЧХ цифровых фильтров радиоприёмника имеются по адресу ftp://ftp.radio.ru/pub/2014/03/pion_dsp.zip на нашем FTP-сервере.

Новые средства безразрывного измерения тока с выбором приоритета:

"компактность, увеличенный диапазон, функциональность"

Компания APPA Technology Corp (Тайвань), мировой лидер в разработке и производстве мультиметров и электроизмерительных клещей, добавила в свою обширную линейку приборов две новые модели ультракомпактных токовых клещей APPA A0, APPA A1 и инновационные гибкие клещи серии sFlex для измерения переменного тока до 3000 А с использованием пояса Роговского. В обзоре рассмотрены их основные технические характеристики, функциональные возможности и особенности.

Новые электроизмерительные клещи APPA A0 и APPA A1 — одни из самых бюджетных и наиболее функциональных приборов среди всего ассортимента средств для бесконтактного измерения тока. Они обеспечивают измерение переменного тока до 300 А (APPA A0) или постоянного и переменного тока до 300 А (DC/AC) — старшая модель APPA A1. Точное измерение тока несинусоидальной формы обеспечивается благодаря встроенному алгоритму TrueRMS (измерение СКЗ сигнала произвольной формы). Базовая погрешность не превышает $\pm 1,5\%$ (APPA A1) и $2,0\%$ (APPA A0).

Новинки имеют прочный корпус, эргономичный и стильный дизайн, удобную форму, благодаря которой прибор легко разместится в нагрудном кармане. Обе модели оснащены функцией измерения бросков пускового тока (Inrush), имеются режим фильтрации при измерении (LPF), включение подсветки дисплея в условиях недостаточной видимости, удержание показаний (Hold). Тонкий профиль рабочего механизма клещей улучшает возможности доступа в тесных пространствах распределительных шкафов и в кабельной канализации. Эти модели наиболее удобны для измерений и оперативного контроля объектов электрохозяйства в коммунальном и жилищно-бытовом секторах, например, для выполнения измерений в отходящих проводах автоматов и выключателей, расположенных на DIN-линейках.

Функциональность токовых клещей расширена возможностью использовать их в качестве бесконтактных индикаторов напряжения в цепи $\sim 80...600$ В (режим VoltSense). Многие режимы и функции активируются без участия оператора (автоселект предельного измерения, автовыключение питания и др.). Модели APPA A0 и APPA A1 оснащены ЖК-индикатором с большими символами для удобного считывания показаний и информацией о состоянии батарей. Новинки позволяют охватить провода и токовые шины диаметром до 24 мм. Токоизмерительные клещи APPA A0 и APPA A1 имеют исполнение в соответствии со стандартом безопас-

ности МЭК 61010-1 (кат. III 600 В). Масштабные параметры: размеры — $147 \times 60 \times 31$ мм, масса — всего 140 г.

В современных промышленных электроустановках (ЭУ) и объектах энергетического комплекса диапазона



измерения тока в 1500 А и даже 2000 А стало недостаточно. Возникла настоятельная потребность вооружить эксплуатационный персонал портативным средством для оперативной диагностики и контроля потребляемого тока в мощных нагрузках. Важным условием является необходимость безразрывного измерения тока (т. е. без отключения и перекоммутации цепей), а также то обстоятельство, что силовые цепи и фидеры имеют значительные геометрические размеры (сечение). Гибкие токоизмерительные клещи sFlex, разработанные с применением пояса Роговского и оснащенные соединитель-

ными проводами длиной 2 м для подключения к внешнему мультиметру, решают эти задачи.

Новинки позволяют увеличить диапазон измерений переменного тока до 3000 А с отображением результата на индикаторе внешнего мультиметра (вольтметра) или на встроенном дисплее (модели с индексом "D"), а также обеспечивают удобство измерений. В серии представлены четыре модели в виде разъёмной петли с фиксатором и диаметром охвата 25 и 45 см (соответственно 10 и 18 дюймов).

Токовый датчик клещей sFlex-D, охватывающий петлей токоведущий провод, передаёт сигнал к встроенному узлу преобразования и обработки данных, что обеспечивает непосредственно измерение и отображение значения тока на дисплее. При необходимости в моделях со встроенным индикатором (на фото) — APPA sFlex-10D и sFlex-18D — можно воспользоваться функцией удержания показаний (Hold) и включения подсветки дисплея в условиях недостаточной видимости. Тонкий профиль гибкого разъёмного токопровода (толщина всего 7,5 мм) позволяет измерительной петле пройти через плотно расположенные кабели и пучки проводов, что улучшает возможности доступа в тесных пространствах. Две другие модели — APPA sFlex-10 и sFlex-18 — не имеют ЖК-индикатора, но при этом оснащены соединительными проводами для подключения к внешнему мультиметру (вольтметру). Длина их равна 2 м, что обеспечивает удобное снятие показаний.

Эргономичный корпус с удобной обрезиненной рукояткой для надёжного охвата позволяет легко работать с гибкими клещами серии sFlex одной рукой. В комплект поставки новых электроизмерительных клещей-ваттметров в варианте исполнения APPA-130F новинка (APPA sFlex-10) входит как преобразователь. Кроме того, новые гибкие токовые клещи полностью совместимы с мультиметрами (вольтметрами) различных марок и производителей, имеющих стандартизованные входные гнезда диаметром 4 мм (их можно приобретать в качестве дополнительного аксессуара при необходимости измерений больших токов).

Подробные технические характеристики приборов можно найти на сайте www.prist.ru. Консультации по вопросам измерительной техники — по тел. (495) 777-55-91 и по e-mail info@prist.com.

Значительная часть зоны "Технология" посвящена 3D-принтерам и 3D-сканерам. Посетители выставки могли ознакомиться с демонстрацией наработок принтеров нового поколения и экспонатов, созданных на этих устройствах, начиная от украшений до архитектурных макетов из различных материалов. Свои достижения представили FabLab при МИСиС, 3D Systems, 3D BioPrinting Solutions, ConCore, PICASO. Компании Lenincraft и 3dMee прямо на мероприятии проводили 3D-сканирование и печатали миниатюрную копию человека.

Более сотни экспонатов притягивали к себе внимание: Exoatlet, позволяющий человеку-оператору переносить грузы до 100 кг, роботы-домовые, робот телеприсутствия Webot, оснащённый камерой и поворотной головой, что позволяет ему видеть сразу во всех направлениях, робот-манипулятор, управляемый сенсорной перчаткой и способный поднимать грузы до 400 кг, робототехника для детей, роботы-гуманоиды и Robotron — единственный в России трёхметровый робот-гигант, который танцует, поёт и общается со зрителями.

Антропоморфного робота InMoov, детали которого распечатаны на 3D-принтере, спроектировал и изготовил французский художник и скульптор Гаэль Лэнджевин. Пока созданы голова, туловище и руки, но робот понимает голосовые команды и выполняет их. Для программирования робота использована комбинация программ Serialterm, MyRobotLab и мнемонического языка программирования Arduino.

Ещё один проект французских робототехников BionicoHand — бионическая рука.

Бионический протез, распечатанный на 3D-принтере для почётного гостя фестиваля Николя Хуше, полностью заменяет ему руку. Оставшиеся нервные окончания в плече соединены с протезом так, что он легко может повторять движения человеческой руки.



"Мы пожмём друг другу руки..."

Разработка центра
робототехники Boteon.



Тестирование бионической руки.



Квадрокоптер.



Робот InMoov.



Мастер-класс для взрослых и детей.



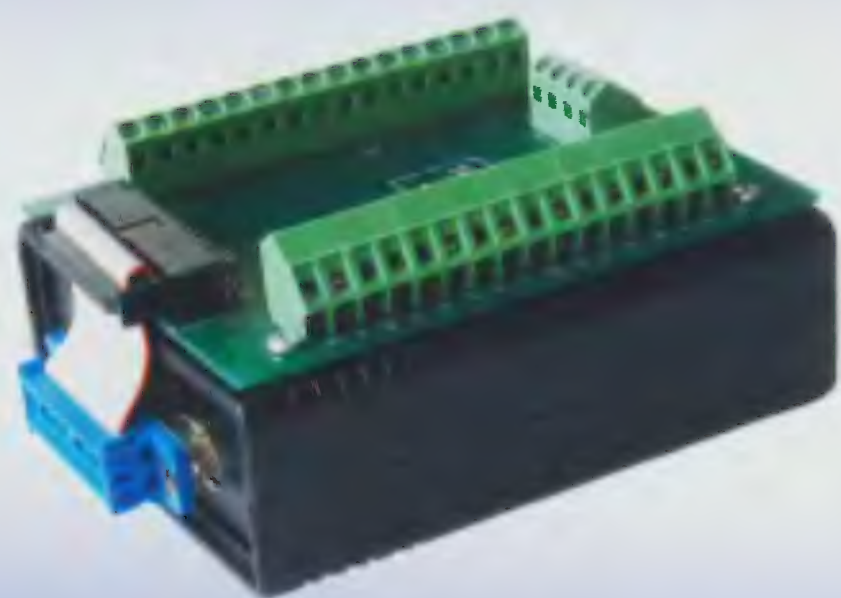
Робот "Дракон-3" для обучения
детей основам программирования.

ZETLAB

ПРОСТЫЕ РЕШЕНИЯ СЛОЖНЫХ ЗАДАЧ

ZET 210

измерительная лаборатория на ладони!



Автономная работа

Обработка данных с ПК по шине USB 2.0

20 виртуальных приборов в одной коробке:

- осциллографы
- анализаторы спектра
- вольтметры
- генераторы

ZET 302

Осциллограф

Всё, что нужно радиолюбителю!



- Простота подключения
- Высокая эффективность
- Точность в измерениях
- ZETSCOPE входит в комплект

www.zetlab.ru

ЗАО “Электронные технологии и метрологические системы”

Россия, 124460, г. Москва, г. Зеленоград, проезд 4922 (Озёрная аллея), дом 4, стр. 5

e-mail: info@zetlab.ru

тел./факс: 8(495)739-39-19